

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

(Mention Sciences)

PAR

Solange DUPLAIX

Première thèse :

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES FORMATIONS MEUBLES DE LA GASCOGNE DU PAYS BASQUE ET DE LEUR LITTORAL

Deuxième thèse :

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ
soutenues le 28 mars 1955 devant la Commission d'examen.

MM. LUTAUD. *Président.*

BARRABÉ.

BOURCART.

WYART. *Invité.*

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, RUE SERPENTE (VI^e)

1956

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

Doyen J. PERES

PROFESSEURS

G. JULIA	T Analyse supérieure et Algèbre supérieure	PETIT	T Biologie maritime
E. DARMOIS	T Enseignement de Physique	QUENEY	T Météorologie et Dynamique atmosphérique
R. LEVY	T Physiologie comparée	GALLIEN	T Embryologie
FOCH	T Mécanique physique et expérimentale	EICHHORN	T Biologie végétale (P.C.B.)
PAUTHENIER	T Électrotechnique générale	DE CUGNAC	T Biologie végétale (P.C.B.)
DE BROGLIE	T Théories physiques	Mlle CAUCHOIS	T Chimie physique
JOB	T Chimie générale	THELLIER	T Physique du Globe
PRENANT	T Anatomie et Histologie comparées	AUDUBERT	T Électrochimie
GARNIER	T Géométrie supérieure	L'HERITIER	T Génétique
PERES	T Mécanique des fluides et applications	GRIVET	T Radioélectricité
LAUGIER	T Physiologie générale	PONCIN	T Mécanique des fluides
M. CURIE	T Physique (P.C.B.)	THIRY	T Mécanique appliquée
BARRABE	T Géologie structurale et Géologie appliquée	DUBREIL	T Arithmétique et Théorie des nombres
G. DARMOIS	T Calcul des probabilités et Physique mathématiques	QUELET	T Chimie organique
J. BOURCART	T Géographie physique et Géologie dynamique	CAGNIARD	T Géophysique appliquée
Mme JOLIOT-CURIE	T Physique nucléaire et Radioactivité	CHAMPETIER	T Chimie macromoléculaire
PLANTEFOL	T Botanique	CUVILLIER	T Géologie structurale et Géologie appliquée
CABANNES	T Recherches physiques	JUNG	T Pétrographie
GRASSE	T Évolution des êtres organisés	TRILLAT	T Chimie physique
PREVOST	T Chimie organique	WIEMANN	T Chimie (M.P.C.)
BOULIGAND	T Application de l'analyse à la Géométrie	JACQUINOT	T Spectroscopie et Physique céleste
CHAUDRON	T Chimie appliquée	VASSY	Physique de l'atmosphère
WYART	T Minéralogie	DESTOUCHES	Théories physiques
TEISSIER	T Zoologie	M. PRUVOST	T Géologie
MANGENOT	T Biologie végétale	AMIEL	T Chimie (P.C.B.)
P. AUGER	T Physique quantique et Relativité	HOCART	T Minéralogie
MONNIER	T Physiologie générale	J.P. MATHIEU	T Physique (P.C.B.)
PIVETEAU	T Géologie	COUTEAUX	T Biologie animale (P.C.B.)
ROCARD	T Physique (E.N.S.)	MAY	Biologie animale (P.C.B.)
H. CARTAN	T Mathématiques (E.N.S.)	CHOQUET	T Calcul différentiel et intégral
LAFFITTE	T Chimie générale	FELDMANN	Biologie (P.C.B.)
FAVARD	T Mécanique générale	GUINIER	T Physique (P.C.B.)
COULOMB	T Physique du Globe	JOST	T Biologie (P.C.B.)
Mlle COUSIN	T Biologie animale (P.C.B.)	FORTET	T Calcul des probabilités
CHRETIEN	T Chimie minérale	SCHWARTZ	T Méthodes mathématiques de la Physique
P. DRACH	T Zoologie	CHOUARD	T Physiologie végétale
KASTLER	T Physique	MALAVARD	T Aviation
EPHRUSSI	T Génétique	BRELOT	T Calcul différentiel
WURMSER	T Biologie physico-chimique	NORMANT	T Chimie (P.C.B.)
RIVIERE	T Géologie (S.P.C.N.)	BENARD	Chimie (P.C.B.)
GAUTHERET	T Biologie végétale (P.C.B.)	BUVAT	Botanique (E.N.S.)
LUCAS	T Physique	DUGUE	T Statistique mathématique
A. THOMAS	T Biologie cellulaire	GELOSO	Chimie (P.C.B.)
ARNULF	T Optique appliquée	SOULAIRAC	Psychophysiologie
M. MORAND	T Physique	ULRICH	T Physiologie végétale
SOLEILLET	T Physique	MARECHAL	Optique théorique et appliquée
FORTIER	T Mécanique expérimentale des fluides	KIRRMANN	T Théories chimiques
DANJON	T Astronomie	CHADEFAUD	Botanique
FROMAGEOT	T Chimie biologique	DESTRIAU	Physique (M.P.C.)
LAPORTE	T Physique générale et Radioactivité	Mlle LE BRETON	Physiologie générale
JANET	T Mécanique analytique et Mécanique céleste	SALEM	Mathématiques générales

Secrétaire général Ch. MONIER

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ

(Mention Sciences)

PAR

Solange DUPLAIX

Première thèse :

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES FORMATIONS MEUBLES DE LA GASCOGNE, DU PAYS BASQUE ET DE LEUR LITTORAL

Deuxième thèse :

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

soutenues le 28 mars 1955 devant la Commission d'examen.

MM. LUTAUD ... *Président.*

BARRABÉ ..	} <i>Examineurs.</i>
BOURCART .	
WYART	} <i>Invité.</i>

PARIS

AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE

28, RUE SERPENTE (VI^e)

1956

AVANT-PROPOS

C'est pour moi un agréable devoir de pouvoir enfin rendre hommage à ceux qui m'ont conduite et aidée dans la voie scientifique et leur témoigner ainsi ma profonde gratitude.

Tout d'abord, à M. Boris BRAJNIKOV qui m'a initiée à la méthode d'étude des sédiments par les minéraux lourds. Je lui dois de connaître les grandes joies de la recherche, aussi suis-je heureuse de pouvoir l'en remercier et lui dire toute ma reconnaissance. M. Brajnikov avait d'ailleurs choisi pour moi le sujet de ce travail; souhaitant connaître l'apport des minéraux lourds à une reconstitution paléogéographique.

C'est dans le laboratoire de M. Jacques BOURCART, Professeur à la Sorbonne, que ce travail a été élaboré; il a bien voulu en assumer la direction, me prodiguant sans compter ses encouragements. Sa compétence en matière de sables m'a été extrêmement précieuse, je lui en exprime toute ma gratitude.

J'ai toujours trouvé auprès de M. LUTAUD, Professeur à la Sorbonne, une bienveillance attentive qui, jointe à ses conseils si judicieux, m'a permis de mener à bien ce travail, je l'en remercie infiniment.

Je ne saurais oublier les Professeurs de Paris et de province qui se sont intéressés à mes travaux et ont droit à ma reconnaissance à des titres divers : M. L. BARRABÉ, Professeur à la Sorbonne, qui a suivi avec intérêt et sympathie mes travaux, puisqu'il assumait pour moi au C.N.R.S. les fonctions de « parrain »; M. J. WYART, Professeur à la Sorbonne, qui m'a toujours si cordialement reçue dans son Laboratoire; M. J. CUVILLIER, Professeur à la Sorbonne, qui a eu la bonté de m'admettre à suivre l'excursion qu'il avait organisée pour ses élèves en Chalosse et au Pays basque et m'a ainsi permis de suivre ses enseignements sur le terrain et de récolter des échantillons; M. J. ORCEL, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle, près duquel j'ai toujours trouvé un accueil chaleureux; M. P. LAMARE, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, qui ne m'a jamais ménagé ses conseils et dont la compétence sur la géologie des Pyrénées basques m'a été très utile; M. L. GLANGEAUD, Doyen de la Faculté des Sciences de Besançon, avec lequel je me suis entretenue des problèmes de sédimentation sur les plages de la Gascogne.

Je tiens à remercier tout particulièrement M^{me} JÉRÉMINÉ, auprès de laquelle j'ai trouvé un charmant accueil et qui m'a aidée dans la détermination de la pigeonite.

Je suis heureuse de pouvoir remercier aussi M. V. ROMANOVSKY dont les conseils amicaux m'ont toujours été si précieux; M. A. FABRE qui m'a beaucoup aidée sur le terrain par sa connaissance de la Gascogne et du Pays basque; M. G. BILLY, dont la compétence en matière de statistique m'a été si utile pour l'interprétation des courbes granulométriques.

J'ai eu recours à la compétence de MM. A. CAILLEUX, G. DEICHA, P. MARIE, et J. GANDILLOT et leur en exprime ici toute ma gratitude.

Je veux remercier aussi tous ceux qui, pendant leurs sorties sur le terrain, m'ont récolté des échantillons.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à M. DE ROUVILLE, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur des Phares et Balises, et à tous les ingénieurs de son service auxquels je me suis adressée, pour leur accueil efficace.

Je ne voudrais pas oublier tous mes collègues et amis du Laboratoire de Géographie physique et de Géologie dynamique pour l'ambiance sympathique qu'ils ont su me créer et pour les services qu'ils m'ont rendus.

INTRODUCTION

Le but de ce travail était primitivement une étude pétrographique des sables de plage de Pointe de Grave à Hendaye et, afin d'en déterminer l'origine, une étude pétrographique comparative des différentes formations anciennes et actuelles ayant pu fournir des matériaux à ces sables.

Mais pour rechercher l'origine des sables de plage, j'ai été amenée à étudier un assez grand nombre de formations et particulièrement d'alluvions anciennes. La première partie, qui comprend l'étude des sources possibles des sables de plage, est devenue ainsi très importante, et quelques-uns des chapitres ont pu avoir leur conclusion : c'est ainsi que les résultats obtenus avec l'étude des alluvions anciennes m'ont permis de reconstituer le réseau hydrographique ancien de la Chalosse, du Béarn et du Pays basque.

C'est pourquoi ce travail est devenu maintenant une étude pétrographique des formations meubles de la Gascogne, du Pays basque et de leur littoral.

*
* *

Pour faire l'étude pétrographique des sables de plage et déterminer la participation de chacune des formations anciennes ou actuelles à leur constitution, je me suis servie de la méthode des minéraux lourds, déterminant aussi la nature des minéraux légers et des galets.

La méthode des minéraux lourds ($d > 2,9$) est relativement récente. Thoulet a certainement été le premier en France à utiliser les minéraux lourds pour étudier les sédiments dragués pendant les croisières du Prince de Monaco; depuis, d'autres l'ont suivi, faisant seulement quelques déterminations qualitatives; mais ce n'est que plus récemment que les minéraux lourds ont été utilisés sur une plus grande échelle. Le développement de cette méthode en Europe est dû surtout au rayonnement de deux écoles, celle de Batourine en U.R.S.S., et celle d'Edelman en Hollande.

La rareté des minéraux lourds dans un ensemble meuble (0,05 à 2 ou 3 % dans les cas habituels) et le grand nombre des espèces leur donnent la possibilité de caractériser un sédiment, soit par l'association minéralogique, soit par un minéral indicateur (minéral peu fréquent et en général peu abondant).

L'association minéralogique d'un sédiment permet de retrouver la roche ou le cortège de roches, ou bien encore la province d'origine qui l'a fournie. Inversement, on peut déterminer les « provinces pétrologiques sédimentaires », telles que les a définies Edelman : « Une province

pétrologique sédimentaire est un complexe de sédiments formant une unité, en ce qui concerne l'origine, la distribution et l'âge (des sédiments). »

Mais il est bien évident qu'il n'est pas toujours possible de remonter à la roche-mère : tout d'abord lorsqu'un sédiment a été repris dans plusieurs formations postérieures successives, il est alors difficile de déterminer la contribution de chacune, à moins qu'on ne retrouve dans ce sédiment un minéral caractéristique de l'une d'entre elles. Il est difficile également de remonter à la roche-mère lorsqu'un même minéral se rencontre dans plusieurs variétés de roches (amphiboles des roches vertes et des granites à amphibole), on ne peut alors avec précision en déterminer l'origine, à moins que ce minéral ne se différencie par les inclusions ou une nuance légèrement différente dans une des roches. Dans ce cas, l'étude de la fraction légère, parallèlement à celle de la fraction lourde, peut permettre de retrouver la roche-mère. Mais il faut aussi retenir que la fraction lourde et la fraction légère d'un sédiment ne proviennent pas obligatoirement de la même roche; le dépôt d'un sédiment dans un milieu donné dépend à la fois de la densité, de la dimension et de la forme des minéraux qui le composent.

Les galets donnent des indications sans doute plus précises pour la détermination de la roche-mère, mais on n'en trouve pas dans tous les sédiments.

C'est donc à la fois une étude des fractions lourdes, des fractions légères et des galets que j'ai utilisée pour caractériser les sables des plages et les formations meubles anciennes pouvant être les sources de ces sables. J'ai cherché quelle association minéralogique caractérisait chacune des formations anciennes, puis, à l'aide de ces données, j'ai tenté de retrouver soit la roche, soit le cortège de roches qui les avait fournies; et enfin quelle était la contribution de chacune d'elles au sable de plage.

*
* *

Mais à quelles formations, marines ou continentales, anciennes ou actuelles, les sables de plage ont-ils emprunté leur matériel? C'est ce que je vais essayer de définir.

La côte, de la Gironde à la Bidassoa, est formée de deux parties très différentes, grossièrement séparées par l'embouchure de l'Adour : de la Pointe de Grave à l'Adour, une côte sableuse, plate, bordée de dunes et limitée à ses deux extrémités par deux fleuves importants, la Garonne et l'Adour; de l'Adour à la frontière espagnole, une côte rocheuse très découpée avec quelques dunes dans la région d'Ilbarritz-Bidart.

Les Sables des Landes ne sont drainés par aucun fleuve susceptible de les apporter à la mer; ils ne sont traversés que par la Leyre qui se jette dans le bassin d'Arcachon après un cours sinueux et tranquille n'apportant aucun matériel, et par de petits cours d'eau, les « courants », qui font communiquer les étangs avec la mer. La contribution des Sables des Landes aux plages ne peut être qu'indirecte, l'action du vent entraînant du sable dans les fleuves, Garonne et Adour, et ceux-ci le conduisant à la mer.

Mais ces fleuves conduisent-ils du matériel sableux jusqu'à la mer?

Le débit solide de la Garonne, de la Gironde et de son embouchure a fait l'objet de différents travaux en vue de l'aménagement, pour la navigation, des passes de la Gironde; par contre, aucune étude de ce genre n'a été entreprise pour l'Adour.

Pour F. Lévêque [1936], les sédiments, surtout argileux, sont entraînés vers le Pertuis de Maumusson et entre les îles d'Oléron et de Ré où ils se déposent.

Toutes les études de L. Glangeaud [1938, 1939] sur la sédimentation dans l'estuaire de la Gironde, le conduisent à ces conclusions : 1) les sables grossiers ont tendance à se déposer dans

la Gironde; 2) le « bouchon vaseux » (vaso-sableux) [1938] ne franchit l'embouchure qu'en période de crue; 3) « même si les éléments sableux fluviaux qui arrivent à l'estuaire peuvent bien être entraînés vers l'embouchure par l'action résultant des marées et des courants », « la résultante efficace des différentes actions hydrodynamiques (marines) sur la côte du Médoc, amène dans l'ensemble un déplacement du S au N de la masse des sables jusqu'à la Pointe de la Négade ».

Il semble bien alors que, si la Garonne actuelle est quelquefois capable de transporter des sédiments sableux jusqu'à la mer, ceux-ci ne se déposent pas au S de la Pointe de Grave, mais sont entraînés plus au large; peut-être là peuvent-ils être repris par les différentes actions de la mer et être déposés sur les plages.

Parmi les autres sources possibles des sables de plages, les alluvions anciennes occupent par contre une grande place; leur rejet et leur triage par la mer a pu fournir une contribution importante aux sédiments du littoral.

Tout d'abord, les alluvions anciennes de la Garonne, de l'Adour et de leurs affluents; puis, les formations fluviales anciennes dont on retrouve les dépôts au S de l'Adour et qui ne sont parcourus maintenant que par de petits cours d'eau: Louts, Luy de Béarn, Luy de France. La largeur de leurs plaines alluviales permet de supposer que ces fleuves anciens apportaient au rivage un matériel important. Ils traversaient alors, pour rejoindre la mer, la région occupée par les Sables fauves (fig. 8), qui, comme nous le verrons plus loin, suivant les auteurs, appartiennent soit au Vindobonien supérieur, soit au Pliocène que ces rivières remaniaient et auxquels elles empruntaient du matériel. L'étude pétrographique de ces Sables fauves déterminera alors leur contribution aux plages par l'intermédiaire des alluvions anciennes.

Les dunes côtières, dans une certaine mesure, sont une des sources des sables de plage; suivant la direction du vent, elles fournissent ou empruntent du matériel aux plages; c'est un lieu d'échange permanent de sédiments sableux.

Mais si l'on considère que les alluvions anciennes et les Sables des Landes sont les sources principales des sables de plage dans la région étudiée, dans des proportions qui sont d'ailleurs à déterminer, il est encore nécessaire de définir quelles peuvent être les roches-mères de ces formations.

Il semble bien qu'il faille les rechercher à la fois dans les produits meubles de la partie occidentale de la zone sous-pyrénéenne et en Chalosse d'une part, et d'autre part dans les formations marines de la côte basque attaquées par les différentes actions de la mer.

Parmi les formations détritiques anciennes susceptibles de fournir du matériel aux alluvions quaternaires, on trouve les *Poudingues de Palassou* qui, dans cette région, ne s'étendent pas vers l'W au-delà d'Ossun (Hautes-Pyrénées). Ils sont formés de blocs et de galets calcaires accompagnés de schistes cristallins et de galets arrondis de quartz. Ils s'étagent du Lutétien au Ludien.

Aux Poudingues de Palassou succède, dans cette zone, une formation molassique sur la rive droite du Gave de Pau qui passe ensuite, toujours sur la rive droite, à des poudingues qui forment le substratum de la terrasse de Pau et les coteaux de la rive gauche du Gave, et enfin s'étendent jusqu'au S du confluent du Gave de Pau et de l'Adour.

Ces poudingues, décrits par Palassou [1819], et étudiés par Dufrénoy [1836], avaient été attribués au Poudingue de Palassou; mais Stuart-Menteath [1869] a observé que, dans la région de Pau, ils diffèrent du Poudingue de Palassou et se relient aux molasses miocènes de la rive droite du Gave de Pau. Pour Douvillé [1924], ils représentent le dépôt littoral de la Molasse de l'Armagnac et sont donc miocènes (burdigaliens, précise F. Daguin [1948]).

Selon Douvillé [1924], qui propose de les appeler *Poudingues de Jurançon* pour les distinguer des Poudingues de Palassou, ils sont formés de cailloux moyennement roulés et proviennent

principalement du calcaire de Bidache (Cénomano-Turonien) avec quelques éléments de l'Urgonien et des calcaires de la craie supérieure accompagnés en certains points de cailloux d'ophite décomposés.

C'est postérieurement à l'Aquitanién supérieur, pour G. F. Dollfus [1915], que se dépose la Molasse de l'Armagnac.

Au Pliocène [Daguin, 1941, 1948], se dépose en Chalosse une formation sableuse ocre-rouge qui repose indifféremment sur les formations crétacées ou tertiaires, ce sont les *Sables fauves*, surmontés eux-mêmes par les glaises bigarrées.

C'est au Pliocène également [Boule, 1894, 1904], que se dépose sur les plateaux de Lannemezan, de Cieutat-Orignac et de Ger, l'importante *formation de Lannemezan*. C'est vraisemblablement au débouché des vallées pyrénéennes anciennes que se sont édifiés ces cônes de déjection torrentielle, formés de matériaux très hétérogènes. Seuls les quartzites ont résisté à l'altération, ils sont emballés dans une argile jaune provenant sans doute, le plus souvent, de la décomposition d'éléments granitiques. Les galets de quartzite eux-mêmes sont fortement patinés jusqu'à une certaine profondeur, souvent le centre seul reste intact. On rencontre aussi de rares « cailloux de quartz et des poudingues empruntés aux terrains primaires » [Boule, 1894]. Ce complexe caillouteux et limoneux est parfois traversé de lits de graviers ou de sables plus ou moins fins.

M. Boule [1894] a étudié au microscope des plaques minces de ces quartzites : ils paraissent provenir surtout du Dévonien et aussi (M. Roussel *in* Boule) du Permocarbonifère, ils renferment du quartz pour la fraction légère, et, pour la fraction lourde, de la tourmaline, du zircon, du mica, du fer oxydulé et du fer titané. Il est bien évident que les éléments lourds sont très rares dans ces plaques minces.

Vu l'étendue et l'épaisseur de la formation de Lannemezan, elle peut occuper une place importante parmi les roches-mères des sables de plage.

Dans le Pays basque, les Pyrénées, beaucoup moins élevées que dans la zone centrale, n'ont pu fournir des produits meubles en aussi grande abondance; cependant, les formations triasiques constituent un complexe gréseux détritique susceptible d'apporter une contribution non négligeable aux alluvions du Pays basque; ces formations sont constituées par des grès et des poudingues roses ou rougeâtres, rarement blancs ou gris, provenant de l'érosion des massifs anciens.

Au Quaternaire ancien, les fleuves, en se frayant un chemin vers la mer, ont remanié d'abord les différentes formations détritiques superficielles, puis, par le mécanisme du creusement progressif des vallées, il est possible de supposer que ces fleuves, en s'encaissant de plus en plus, ont pu mettre à nu les terrains de plus en plus anciens et leur emprunter alors du matériel; les terrasses des fleuves les plus récents étant ainsi formées des produits de destruction des formations les plus anciennes.

Mais, à côté des ces formations d'origine détritique, d'autres roches ont pu fournir, soit par l'intermédiaire des alluvions, soit directement, du matériel sableux aux plages.

Les ophites, souvent altérées, se rencontrent dans toutes les parties de la zone étudiée, mais, semble-t-il, plus abondamment dans le Pays basque.

Les falaises de la côte basque, de l'Adour à la Bidassoa, sont formées de roches d'origine marine dont la destruction par la mer est susceptible de fournir un stock sableux. Tout d'abord, le Flysch cénomano-turonien, constitué par des sédiments calcaires, marno-calcaires et marneux, avec cependant une proportion notable de sable; puis les parties sableuses des formations qui s'étagent du Crétacé supérieur de Bidart au Stampien de la Chambre d'Amour.

L'analyse pétrographique de ces différentes formations déterminera dans quelles proportions elles ont pu fournir des sédiments aux plages.

Méthodes d'analyses

ÉTUDE MINÉRALOGIQUE. — L'étude minéralogique des sables a d'abord été faite au binoculaire sur les échantillons bruts et n'ayant subi aucun traitement préalable; puis ceux-ci ont été préparés suivant les méthodes habituellement employées pour la séparation en fractions lourde et légère [Duplaix, 1948].

Les *minéraux lourds* ont été déterminés au microscope polarisant sur la fraction granulométrique comprise entre 0,50 et 0,05 mm. Il est absolument indispensable d'étudier toujours la même fraction granulométrique des sables, car la plupart des espèces minéralogiques ayant des tailles privilégiées (zircon, rutile par exemple, se rencontrent toujours dans la fraction granulométrique $< 0,16$ mm environ). D'autre part, les minéraux lourds se situant habituellement dans la fraction fine des sables (cette règle est absolue pour le nombre des espèces, et presque toujours générale pour l'abondance), il est bien évident que des sables étudiés sur des fractions granulométriques différentes ne pourraient donner des résultats comparables.

Les limites 0,50 - 0,05 mm ne sont pas arbitraires, cette fraction granulométrique englobe le plus souvent les maxima granulométriques des sédiments sableux, et il est très rare de rencontrer un sable ayant une fraction granulométrique importante $> 0,50$ mm. De plus, un essai que j'ai fait sur la fraction 0,68 - 0,50 mm m'a montré la difficulté de déterminer les espèces minéralogiques de nuance foncée, telles que tourmaline, amphibole brune, qui, au microscope, ne s'éclairent que sur les bords et peuvent fausser les résultats par des déterminations erronées.

Si la limite inférieure de 0,05 mm semble un peu insuffisante pour des sédiments très fins, tels que certains limons, elle est très valable pour les sables; elle a le grand avantage d'être fournie par un tamis, ce qui est préférable à la décantation, et, d'autre part, elle a l'avantage de donner de bonnes séparations au bromoforme, ce qui ne se produit pas toujours pour les dimensions plus fines où une partie de la fraction légère peut être entraînée avec la fraction lourde.

Cette fraction granulométrique 0,50 - 0,05 mm est elle-même divisée en trois parties : 0,50 - 0,33; 0,33 - 0,16; 0,16 - 0,05 mm. Je viens d'expliquer plus haut que la fraction 0,16 - 0,05 correspondait à une coupure minéralogique; il n'en est pas de même de la limite de 0,33 qui sépare en deux fractions la partie la plus grossière des sables : elle ne correspond pas vraiment à une coupure minéralogique, mais les poids des minéraux lourds sont toujours différents dans ces deux fractions, et il y a souvent aussi moins d'espèces minéralogiques dans la fraction 0,50 - 0,33 mm; cette coupure a été aussi établie pour faciliter le montage des grains au baume de Canada et permettre une prise de minéraux lourds plus homogène.

Le nombre de grains de chaque espèce minéralogique lourde est donné en pourcentage rapporté à 100 grains transparents.

Les poids des minéraux lourds transparents et opaques, teneurs pondérales, sont rapportés à 100 gr de sable de la fraction granulométrique 0,50 - 0,05 mm.

Les minéraux opaques, qui sont le plus souvent de l'ilménite et de la magnétite, et les fragments microscopiques de roches vertes n'ont pas été comptés; je me suis limitée à étudier leur répartition qualitative tout le long de la côte.

Un autre genre de minéral a retenu mon attention, c'est le type fibreux. Deux minéraux se classent dans ce type : la fibrolite et l'asbeste. La différenciation de ces deux espèces à l'échelle microscopique est très difficile à établir. La mesure de l'angle d'extinction est seule valable, mais impossible dans la plupart des cas où les fibres sont enchevêtrées et ne donnent pas d'extinction nette; il y a donc possibilité d'erreur. La mesure des indices de réfraction est une autre méthode, mais des amphiboles à indices élevés et des sillimanites à indices plus faibles que la normale conduisent à des indices voisins; le doute était donc encore possible. Il restait une autre méthode : le point de fusion, qui est très différent pour ces deux minéraux, mais la difficulté était de trouver un four arrivant à plus de 1800°. J'ai alors examiné tous mes sables et me suis aperçue que les minéraux fibreux n'étaient pas un élément important de la fraction lourde et que, surtout, se rencontrant tout le long de la côte, ils n'apportaient pas de renseignements nouveaux pour l'étude des plages.

Les *granules* de 5 à 2 mm ont été déterminés en même temps que la *fraction légère*, dont l'examen a été effectué sur quatre fractions : 2 - 0,50; 0,50 - 0,33; 0,33 - 0,16; 0,16 - 0,05 mm, c'est-à-dire les trois fournies par les minéraux lourds, et la fraction plus grossière 2 - 0,50 mm. Les déterminations ont été faites au binoculaire pour les granules, au microscope polarisant et au binoculaire pour le sable. Les résultats sont donnés d'une part pour les granules, et d'autre part pour la fraction légère dans son ensemble, ajoutant quelques détails supplémentaires lorsque certaines fractions granulométriques sont différentes des autres.

Les *gravières*, de 1 à 2,5 cm, et les galets $> 2,5$ cm ont été déterminés séparément.

ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE. — L'étude granulométrique des sables a été faite sur les échantillons bruts. 100 g de sable ont été pesés et bien mélangés, puis placés dans une colonne de tamis dont les dimensions s'échelonnent de 1,9 à 0,05 mm. La colonne est secouée pendant 40 min. dans la machine à secousses, et le refus de chaque tamis est ensuite pesé. Les résultats sont représentés tout d'abord en courbes cumulatives sur papier semi-logarithmique, c'est-à-dire à ordonnées arithmétiques et à abscisses logarithmiques.

De la courbe cumulative de chaque sable ont été déduits : la médiane, la moyenne, l'écart-type par la méthode graphique; le mode a été déterminé approximativement¹ en fonction de la moyenne et de la médiane lorsque l'asymétrie des courbes n'était pas trop prononcée. Il y a deux plages où le mode n'a pu être calculé : le Boucau et la Barre, les deux plages qui entourent l'embouchure de l'Adour.

La médiane correspond à la tendance centrale de l'échantillon.

La moyenne donne le diamètre moyen de l'échantillon

Le mode correspond au diamètre le plus fréquent des grains du sédiment.

L'écart-type est la valeur d'une déviation par rapport à la moyenne et renseigne sur le degré de triage du sédiment.

Les courbes de dispersion sont établies à partir des courbes cumulatives tracées suivant les coordonnées indiquées ci-dessus.

La forme générale de ces différentes courbes donne des renseignements succincts, sur la répartition des grains suivant leur dimension, et permet d'indiquer la plus ou moins grande dispersion des sédiments, en accord d'ailleurs avec les déterminations graphiques de l'écart-type.

MORPHOSCOPIE. — La morphoscopie des quartz a été faite qualitativement sur tous les sables selon la méthode de A. Cailleux [1942].

Description des minéraux lourds

La *tourmaline* se présente sous les deux formes : en baguettes et en grains, ceux-ci étant les plus abondants; les tourmalines les plus fréquentes sont brunes, les tourmalines bleues sont rares.

Le *zircon* se présente lui aussi sous les deux formes : prismes et grains, ceux-ci étant nettement les plus abondants. Incolores en général, on trouve cependant quelques zircons légèrement colorés en rose et quelques zircons pléochroïques, ng = verdâtre, np = violacé.

Le *rutile* est habituellement brun-rouge, en grains plutôt qu'en baguettes, les rutiles jaunes sont rares.

Les *brookites* sont légèrement jaunâtres, sans formes cristallographiques reconnaissables; elles présentent en général une bonne figure d'interférence en lumière convergente.

Les *sphènes* sont jaunes, en général très frais, montrant le plus souvent une bonne figure en lumière convergente.

Les *staurotides* sont plutôt fraîches en général; elles sont brun-rougeâtre ou brun-jaunâtre, pléochroïques dans les tons plus pâles.

Les *disthènes* se présentent sous forme de tablettes d'assez grande dimension, le plus souvent à taches bleues et clivages g¹ et p apparents.

Les *andalousites* se présentent en général sous deux aspects : les unes très fraîches, les autres très altérées. Les grains de ces deux types d'andalousites sont souvent recouverts d'inclusions charbonneuses. Elles sont le plus souvent pléochroïques, ng = incolore, np = rose.

Les *sillimanites* se rencontrent en baguettes à clivage longitudinal net et de fort relief; elles sont toutes incolores.

Les *chloritoïdes* se présentent en grains aplatis résultant du clivage p(001); ils montrent une bonne figure d'interférence en lumière convergente, le pléochroïsme est visible bien que les grains soient très altérés.

Les *épidotes* sont le plus souvent des pistachites, avec un pléochroïsme marqué; on trouve aussi des grains de nuance plus pâle et même presque incolores.

Les *amphiboles* sont ici des hornblendés vertes, le plus souvent en baguettes, à clivage longitudinal apparent. On trouve dans certaines régions des amphiboles très déchiquetées, qui semblent laminées.

Les *augites* sont ici surtout des augites vertes, on trouve aussi quelques augites brunâtres; les grains sont en général très frais.

La *pigeonite* se présente sous forme de grains, sans forme cristallographique reconnaissable, vert pâle, parfois pléochroïques vert pâle à vert jaunâtre, avec un angle des axes voisin de celui de l'augite, 60° environ;

1. $\bar{X} = \bar{X} - 3(\bar{X} - md)$

tous ces caractères m'ont d'abord incitée à ranger ces grains dans le diopside. J'ai trouvé ce même pyroxène monoclinique dans toutes les ophites (tabl. XVII).

Aug. Michel-Lévy [1877] avait trouvé dans les ophites des Pyrénées un pyroxène monoclinique presque incolore, qu'il appelait augite-diallagique. A. Lacroix [1917], étudiant lui aussi les ophites des Pyrénées, avait décrit le pyroxène monoclinique qu'il trouvait dans ces roches : ce pyroxène avait un angle 2V petit et parfois presque nul; il le rangeait dans le groupe de la pigeonite (enstatite-augite de Wahl). J'ai alors consulté M^{me} Jérémme, elle m'a montré les plaques d'ophites de M. Lacroix, et nous avons constaté que si les pyroxènes avaient un 2V très petit, sur un même cristal, il était quelquefois possible de trouver des plages ayant un angle 2V plus grand. Je dois signaler que je n'ai jamais trouvé de pigeonite à angle 2V presque nul et qu'il est toujours environ entre 40 et 60°; sur un seul grain, j'ai trouvé un angle 2V très petit, et le cristal était exactement semblable aux autres grains.

Cette pigeonite est celle rencontrée sur les plages et dans les alluvions anciennes de la Nive et du Gave d'Oloron, et dans les ophites. On trouve aussi quelques grains de pigeonite dans les alluvions anciennes et actuelles de la Garonne; ils sont en général un peu plus jaunâtres et ont une surface plus lisse. Ce sont plutôt ces grains légèrement plus jaunâtres qu'on rencontre dans les dunes de Cap Ferret, du Pilat et de Mimizan.

L'*hypersthène* se présente, en général, en prisme ou fragments de prisme, le clivage longitudinal étant parfois apparent; les grains sont pléochroïques et l'on a assez souvent de bonnes figures en lumière convergente.

Le *corindon* se rencontre en grains arrondis incolores, jaunâtres ou bleuâtres, parfois incolores à tache bleue; les grains sont souvent perpendiculaires à l'axe optique.

La *monazite* se rencontre en grains plutôt petits, verts, sans forme cristallographique reconnaissable.

La *topaze* se présente en grains incolores, elle est parfois difficile à séparer de l'andalousite, leurs indices étant très voisins. On la reconnaît à sa biaxie positive et à son angle 2V relativement petit; elle donne souvent de bonnes figures d'interférence en lumière convergente, puisque le clivage p (001) est bon et que la bissectrice aiguë est perpendiculaire à p.

Le *diallage* rencontré seulement dans les alluvions anciennes de Biarritz B 10 (1 grain) se présente en plaquette gris-verdâtre à clivage apparent et donnant une bonne figure d'interférence en lumière convergente.

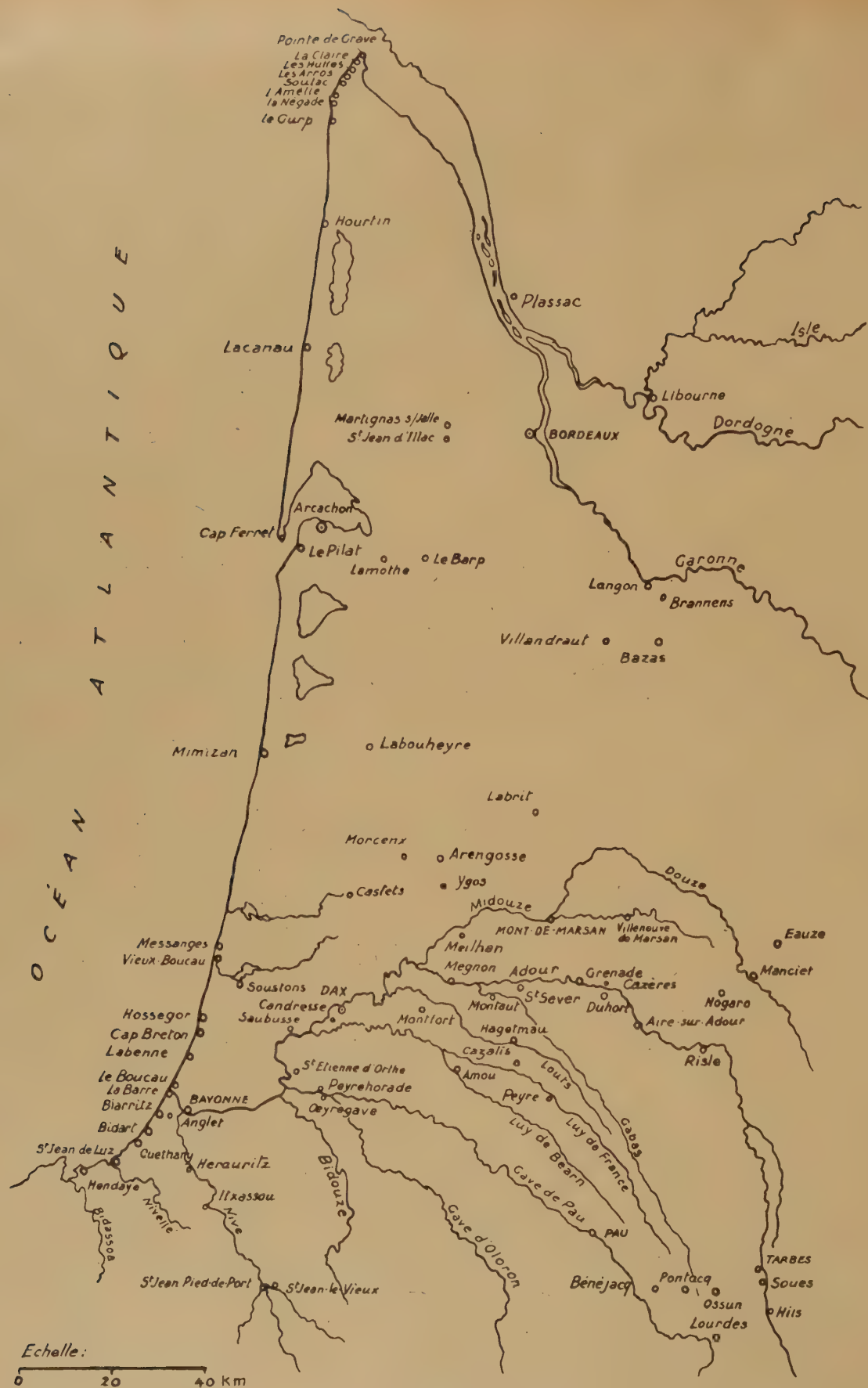


FIG. 1. — Carte des prélèvements.

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE DES FORMATIONS MEUBLES DE LA GASCogne ET DU PAYS BASQUE

CHAPITRE I

SABLES FAUVES

HISTORIQUE. — Les Sables fauves recouvrent en Chalosse le triangle formé par le Gave de Pau et la boucle de l'Adour; ils s'étendent vers l'E dans la région comprise entre Aire-sur-Adour et le Louzoue; on les retrouve encore dans les Landes, au N de l'Adour dans la région de Dax, et sur les bords de la Midouze et de quelques petits cours d'eau qui rejoignent la Midouze en aval de Mont-de-Marsan.

Ils sont constitués par des sables quartzeux plutôt fins, de teinte jaune-ocre ou rouge qui recouvrent les hauteurs de la Chalosse et de l'Armagnac, ils reposent indifféremment sur les formations crétacées ou tertiaires et sont surmontés presque partout, soit par des glaises bigarrées, soit par des alluvions anciennes.

Jacquot [1873] assimilait les Sables fauves aux faluns à *Ostrea crassissima*, de même que les anciens auteurs qui attribuaient ces faluns à l'Helvétien. Martres [1882] les considérait comme pliocènes ainsi que les glaises bigarrées et les Sables des Landes. Dubalen [1911] pensait qu'ils étaient post-helvétiques ou pliocènes. Répelin [1913] les séparait des faluns helvétiques et Daguin [1941, 1944, 1948] les attribuait au Pliocène, et pensait que les fossiles et roches étrangères qu'on trouvait dans cette formation avaient été empruntés au substratum raviné par les Sables fauves. Enfin, F.M. Bergounioux et F. Crouzel [1949] en font une formation post-helvétique, que la faune fait classer dans le Vindobonien supérieur.

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — *St-Cricq-Villeneuve* (V 85), talus de chemin. — *Riscle* (V 87), sur la route de Riscle à Nogaro. — *Montfort* (V 68), carrière à l'W de Montfort à Saint-Sever. — *Peyré* (V 86), carrière à Peyré. — *Montaut* (V 25), à l'W de Montaut, talus de route. — *Montfort* (V 24, sommet; V 23, base), coupe de carrière près de la route de Montfort à Montaut entre les deux échantillons, intercalation d'argile et de sable identique à V 24. — *Grenade-sur-Adour* (R 55 à 57) (fig. 2), coupe de chemin, route de Larrivière à Montgaillard. — *Manciet* (B 90), carrière. — *Eauze* (B 91), château d'Esplavis.

Tous ces échantillons sont des sables de teinte jaune-ocre ou rouge, ils sont tous très ferrugineux.



Fig. 2. — Grenade-sur-Adour, route de Montgaillard.

Il n'y a pas de galets dans les Sables fauves, seulement des graviers dans deux échantillons de la coupe de Grenade-sur-Adour.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. I). — Les Sables fauves sont assez pauvres en minéraux lourds; les divers gisements sont homogènes qualitativement mais différent quantitativement. Quelques minéraux seulement sont abondants, les autres ne sont qu'accessoires, soit par leurs faibles teneurs, soit parce qu'on ne les rencontre que sporadiquement. Saint-Cricq-Villeneuve est un peu différent par son abondance en épidote.

Il semble cependant, après un examen attentif des résultats des analyses, qu'on puisse répartir ces divers sables en plusieurs groupes caractérisés chacun par une association minéralogique, accompagnant la tourmaline qui est toujours présente et parfois même abondante.

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Corindon	Teneurs pondérales
Riscle	34	21	+	7	3	+	1	6	1	13	4	9	1			+	0,11
St-Cricq-Villeneuve	18	8	+	7	7			3		4	1	52	+				0,30
Montaut	40	+		1	+			25	2	28	3					1	0,09
Peyré	58	11	+	3	6			4	+	14	2	1				1	0,17
Montfort (V 68)	14	42		21	3			8		9	2	1				+	0,54
Montfort (V 24)	58	8		10	7	+		4	1	5	3	4		+			0,42
— (V 23)	73	1	1	3	7	1		1		9	1	2	1				0,06
Grenade (R 55)	40	6		7	5			17	1	20	2		1			1	0,25
— (R 56)	32	30	1	12	3			5		13	3	1				+	0,17
— (R 57)	54	5	+	2	1			13	+	20	4	1	+		+	+	0,39
Manciet	24	6	+	4	1			2	1	10	5	47					0,09
Eauze	19	7	+	5	+		+	4		10	1	50					0,22

TABLEAU I. — Fractions lourdes des Sables fauves. Le signe + indique < 0,5 %.

GROUPE 1 : association zircon, rutile, anatase — matériel granitique. Cinq gisements : *St-Cricq-Villeneuve* (V 85), *Riscle* (V 87), *Montfort* (V 68 et V 24), *Grenade* (R 56).

GROUPE 2 : association staurotide, andalousite, sillimanite — matériel métamorphique. Cinq gisements : *Montaut* (V 25), *Grenade* (R 55 et R 57), *Manciet* (B 90), *Eauze* (B 91).

GROUPE 3 : est plutôt un mélange, puisque les deux groupes 1 et 2 y ont la même proportion. Deux gisements : *Peyré* (V 86), *Montfort* (V 23).

FRACTIONS LÉGÈRES. — Les fractions légères sont très homogènes, composées partout de quartz, quartzites, grès, et en certains points de micas blancs frais ou altérés. Partout on rencontre des quartz ou de petits fragments de grès rose provenant de la décomposition des grès triasiques.

Les quartz sont en général non usés avec quelques émoussés luisants.

Riscle (V 87) : quartz (quelques grains roses); silex, grès et quartzites (rares); micas blancs (très rares); feldspaths (quelques grains).

St-Cricq-Villeneuve (V 85) : quartz (quelques grains roses); silex, grès et micas blancs (rares); feldspaths (quelques grains).

Montaut (V 25) : quartz (quelques grains roses); grès, quartzites, silex et micas blancs (rares); feldspaths (quelques grains).

Peyré (V 86) : quartz (quelques grains roses); grès et quartzites (rares); feldspaths (quelques grains).

Montfort (V 23) : quartz; micas blancs relativement abondants; feldspaths (quelques grains).

Grenade-sur-Adour (R 55) : quartz (quelques grains roses); quartzites, grès et micas blancs (rares); feldspaths (quelques grains). — (R 56) : quartz (quelques grains roses); quartzites, grès et silex (rares); feldspaths (quelques grains). — (R 57) : quartz (quelques grains roses); quartzites et grès (rares); feldspaths (quelques grains).

Manciet (B 90) : quartz et quartzites (quelques grains roses); grès (rares); silex (très rares); feldspaths (quelques grains).

Montfort (V 24) : quartz (quelques grains roses); grès et quartzites (rares); feldspaths (quelques grains).

Montfort (V 68) : quartz (quelques grains roses); quartzites, grès et silex (rares); feldspaths (quelques grains).

Eauze (B 91) : quartz et quartzites (quelques grains roses); grès (rares); silex (très rares); feldspaths (quelques grains).

GRAVIERS.

Grenade-sur-Adour (R 56) : quartz, grès, quartzites et silex. — *Grenade-sur-Adour* (R 57) : quartz, quartzites et grès.

CONCLUSION. — Cette répartition des Sables fauves en plusieurs groupes différents, nettement caractérisés par leurs minéraux lourds, paraît, à première vue, assez difficile à expliquer. La position géographique ne semble pas un des facteurs permettant de justifier ces différences puisque, dans les coupes, les divers horizons peuvent se placer indifféremment dans les trois groupes.

Les minéraux caractéristiques du 1^{er} groupe se rencontrent, en général, dans la fraction fine des sédiments; les minéraux du 2^e groupe dans les fractions plus grossières.

J'ai donc tenté d'expliquer par la granulométrie la répartition de ces différents groupes pétrographiques; pour cela j'ai calculé les pourcentages de sable de chacune des fractions retenues pour l'étude des minéraux lourds par rapport au poids total de ces fractions (sable attaqué à HCl et NO₃H).

Si a = fraction 0,50 — 0,33 mm; b = fraction 0,33 — 0,16 mm; c = fraction 0,16 — 0,05 mm, on obtient les résultats suivants :

	a	b	c
GRUPE 1 Riscle (V 87)	26 %	65 %	9 %
Montfort (V 68)	47	44	9
— (V 24).....	0,3	3	96,7
Grenade (R 56)	49	33	18
St-Cricq (V 85)	1	70	29
GRUPE 2 Montaut (V 25)	80	17	3
Grenade (R 55)	65	30	5
— (R 57)	71	23	6
Manciet (B 90)	33	66	1
Eauze (B 91)	31	66	3
GRUPE 3 Peyré (V 86).....	39	16	45
Montfort (V 23)	0,2	2	97,8

Les pourcentages des sables fins sont plus élevés dans le groupe 1 que dans le groupe 2; les pourcentages des sables grossiers des fractions a , plus élevés dans le groupe 2 que dans le groupe 1; ce qui est tout à fait conforme à la composition minéralogique de chacun des groupes;

mais, par contre, les poids élevés des fractions moyennes *b* du groupe 1 sont assez inattendus, de même d'ailleurs que ceux de la fraction fine du groupe 3.

La granulométrie des deux échantillons de la coupe de Montfort (V 23 et V 24) est à peu près semblable pour les deux prélèvements et pourtant ils se placent dans deux groupes minéralogiques différents; la granulométrie des sables seule ne peut donc suffire à établir leur classification.

Il m'a paru alors nécessaire de chercher quel autre facteur pouvait influencer cette division en groupes, caractérisés chacun par une association minéralogique différente. Comme je l'ai déjà dit à la page précédente, les minéraux lourds du groupe granitique se rencontrent quantitativement dans la fraction fine des sables. Les teneurs pondérales en minéraux lourds des différentes fractions granulométriques sont donc susceptibles, comme la granulométrie, d'avoir une influence sur l'association minéralogique des sables. J'ai alors calculé le poids des minéraux lourds dans 100 gr de sable de chacune des trois fractions granulométriques :

		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
GROUPE 1	Riscle (V 87)	0,05 %	0,07 %	0,65 %
	Montfort (V 68)	0,08	0,04	4, —
	— (V 24)	qq. grains	0,12	0,43
	Grenade (R 56)	0,08	0,05	0,63
	St-Cricq (V 85)	qq. grains	0,01	1,10
GROUPE 2	Montaut (V 25)	0,04	0,24	0,59
	Grenade (R 55)	0,09	0,25	2,40
	— (R 57)	0,07	0,24	4,70
	Manciet (B 90)	0,22	0,006	2,20
	Eauze (B 91)	0,08	0,19	2,52
GROUPE 3	Peyré (V 86)	0,05	0,09	0,30
	Montfort (V 23)	qq. grains	0,09	0,06

En examinant ces résultats, il apparaît que les teneurs en minéraux lourds de la fraction *a* sont sensiblement égales dans tous les groupes, celles de la fraction *b* sont beaucoup plus élevées dans le groupe 2. Les teneurs de la fraction *c* sont plus élevées, dans l'ensemble, dans le groupe 2 que dans le 1; par contre, le groupe 3 est très pauvre en minéraux lourds.

De même que la granulométrie, les pourcentages des minéraux lourds par fractions granulométriques ne peuvent, seuls, expliquer la composition minéralogique des groupes; il faut donc considérer à la fois les deux facteurs; la granulométrie des sables et leurs teneurs en minéraux lourds pour expliquer la répartition des associations minéralogiques.

En effet, dans le groupe 1 la fraction granulométrique moyenne *b* est plus importante que dans le groupe 2, mais sa teneur en minéraux lourds étant beaucoup plus faible, c'est en fait la fraction fine *c* qui, bien qu'avec des teneurs en minéraux lourds moins élevées que dans le groupe *b*, mais avec une fraction granulométrique fine importante, permet de classer ces sables dans le groupe à éléments granitiques dominants (groupe 1).

Dans le groupe 2 la teneur en minéraux lourds de la fraction fine est assez élevée, mais les fractions granulométriques sont peu importantes, les minéraux caractéristiques de la fraction fine seront donc peu abondants; les teneurs élevées de la fraction moyenne *b* de même que les pourcentages élevés de la fraction granulométrique *a* apporteront dans ces sables une prédominance des minéraux caractéristiques du groupe métamorphique 2.

Il semble que dans le 3^e groupe les faibles teneurs en minéraux lourds de chacune des fractions ont assuré une égale répartition des deux groupes minéralogiques.

La répartition des sables dans les groupes est donc fonction, à la fois de la dimension des grains et du poids des minéraux lourds dans chacune des trois fractions granulométriques.

Ces Sables fauves sont donc caractérisés par un mélange de matériel granitique et de matériel métamorphique, la prédominance de l'un ou l'autre groupe s'explique par les conditions de sédimentation différentes, qui ont favorisé un dépôt plus ou moins abondant de minéraux lourds en certains points, en même temps qu'elles permettaient la répartition granulométrique.

CHAPITRE II

ALLUVIONS ANCIENNES ET ACTUELLES

L'étude des alluvions anciennes présente un grand intérêt pour la recherche de l'origine des sables des estrans. Celle des alluvions actuelles n'est faite que dans le but de comparer leur composition minéralogique avec celle des alluvions anciennes des mêmes fleuves. Ceux-ci n'apportent plus actuellement à la mer que très peu ou pas de sédiments de la classe sable.

1. Lannemezan et alluvions anciennes des hautes vallées du Gave de Pau et de l'Adour

Les échantillons de ce chapitre m'ont été donnés par H. Alimen; j'en ai étudié les fractions sableuses lourdes et légères et les graviers, mais c'est H. Alimen [1953] qui en a établi la succession; j'ai repris ses désignations des différentes nappes.

C'est le cours bigourdin de l'Adour et du Gave de Pau qui sera étudié ici (fig. 3).

Les deux cônes de Cieutat-Orignac et de Ger recouverts par les formations du Lannemezan sont séparés par une vallée ancienne que suit l'Adour actuel. A l'W du plateau de Ger, l'Ousse, affluent du Gave de Pau, coule dans une vallée fossile du Gave, que celui-ci a ensuite abandonnée pour suivre un nouveau cours plus occidental.

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — LANNEMEZAN - PLIOCÈNE : *Cieutat-Eglise* (B 97), 546 m, limon jaune clair, sur le sommet du cône d'Orignac. — *Barbe-Ossun* (B 95), 480 m, limon jaune-ocre sur le sommet du cône de Ger, près du château de Bataille-Sévignac. Ces deux échantillons représentent vraisemblablement la fin de la formation du Lannemezan, peut-être remaniée par les anciennes formations fluvio-glaciaires quaternaires.

NAPPE DE PALENGAT : *Cieutat-carrière* (B 99), vers 540 m, limon jaune clair, carrière sur la route de Toulouse, dans la partie haute des flancs du cône de Cieutat-Orignac, au SSE en contre-bas du village. — *Cayabère* (B 100), vers 460 m, limon gris-brun, sur le flanc est de la vallée au S de Pontacq. — *Palengat* (B 101), 467 m, limon jaune-rouge, palier d'alluvions au-dessus du village de Labatmale.

NAPPE D'ESPOEY : *Espoeuy* (B 4), 365 m, limon jaune, grande carrière au S du village, niveau inférieur. — *Livron* (V 10), 365 m, limon jaune, carrière sur la route de Lourdes. — *Hiis* (V 100), 439 m, limon jaune-brun, dans la vallée de l'Adour, coupe de la route de Tarbes à Bagnères-de-Bigorre.

NAPPE D'OSSUN : Barlest-Barra (B 3), 389 m, sable gris, terrasse du village. — Lourdes (V 99), 402 m, sable gris-jaunâtre, après le passage à niveau sur la route de Lourdes à Pouyferrière, point 402. — Juillan (B 2), 355 m, sable gris-jaunâtre, dans la vallée d'Adé, carrière non loin du village de Juillan.

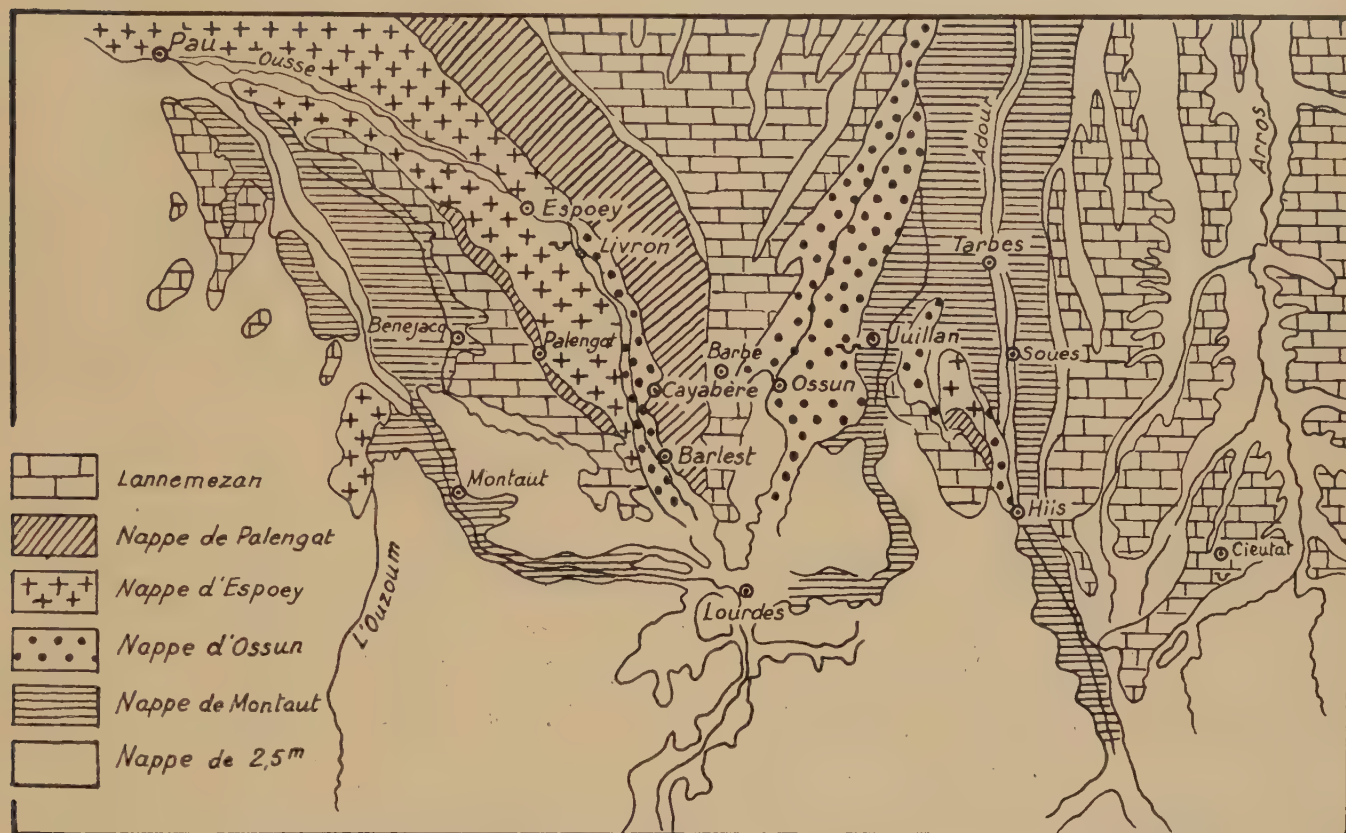


FIG. 3. — Carte schématique des nappes alluviales de la Bigorre (d'après H. ALIMEN, B.S.G.F. (6), III, 1953, p. 379).

NAPPE DE MONTAUT : Bénéjacq (B 1), 262 m, sable gris, puits sur la route de Nay à Bénéjacq, point 262.

TERRASSE DE 5 M DE L'ADOUR : Soues (B 102), 344 m, limon gris, carrière sur la route de Laloubère à Soues.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. II). — La comparaison des résultats obtenus uniquement par l'étude des minéraux lourds donne la possibilité de définir plusieurs groupes caractérisés chacun par une association minéralogique différente, les coupures pétrographiques qui délimitent chacun de ces groupes ne sont pas toutes d'égale importance.

Tout d'abord, une grande coupure séparant la nappe de Palengat de la nappe d'Espoey, puis plusieurs coupures secondaires : entre les formations du Lannemezan et la nappe de Palengat, entre la nappe d'Espoey et la nappe d'Ossun et entre la nappe de Montaut et la terrasse de 5 m de l'Adour; mais rien ne sépare minéralogiquement la nappe d'Ossun de la nappe de Montaut.

La coupure majeure qui sépare la nappe de Palengat de la nappe d'Espoey traduit avec beaucoup de netteté l'arrivée d'un matériel nouveau, et la disparition des éléments antérieurement apportés. L'association minéralogique de la nappe d'Espoey n'est plus la même, elle est formée essentiellement de deux minéraux : amphibole et épidote, les autres (3) ne se trouvent qu'en

très faibles quantités. On peut dire que la nappe d'Espoey est caractérisée par sa *pauvreté en espèces minéralogiques*.

Une coupure de moindre importance sépare les formations du Lannemezan des alluvions de la nappe de Palengat; si l'association minéralogique est à peu près la même, on a, dans la nappe de Palengat, une plus grande variété d'espèces minéralogiques : apparition du grenat, de l'anatase et davantage de rutile dans tous les gisements, et dans certains, soit de la brookite, soit du sphène ou de la staurotide.

Il semble bien que la nappe de Palengat soit le produit du remaniement du Lannemezan, enrichi par un apport nouveau qui est ici du matériel granitique vraisemblablement (anatase et plus grande abondance de rutile).

		Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Teneurs pondérales
Lannemezan	Cieutat-église ...	49	11		1					+	28		7	2	2		0,60
	Barbe-Ossun ...	15	30		+						7		31	15	1	1	0,83
Nappe de Palengat	Cieutat-carrière .	60	4	2	4	+		+			7		19	2	2		0,48
	Cayabère	15	6	1	1	+			1	1	17		24	34			0,66
	Palengat	43	27	1	18	2	2						6	1			0,49
Nappe d'Espoey	Espoey		+	4				+			1		32	63			4,56
	Livron			+							1		83	16			2,16
	Hiis		+	+							1		18	81			0,35
Nappe d'Ossun	Barlest-Barra ...	+		1					2		7		24	66			4,07
	Lourdes	+	1								2		68	29			8,47
	Juillan	+	+	2							4		21	73	+		14,32
Nappe de Montaut	Bénéjacq	+		1							+		5	94			8,40
Terrasse de 5 m, Adour	Soues	4	+	4	+			2	2		26	+	25	35	1	1	5,42

TABLEAU II. — Fractions lourdes du Lannemezan et des hautes vallées du Gave de Pau et de l'Adour. Le signe + indique < 0,5 %

Une autre coupure secondaire sépare la nappe d'Espoey de la nappe d'Ossun. Il y a, avec l'arrivée de la nappe d'Ossun, apparition de la tourmaline et augmentation des pourcentages d'andalousite; l'association minéralogique reste cependant formée des deux mêmes minéraux : amphibole et épidote. Les roches-mères semblent à peu près les mêmes, mais il y a un apport un peu plus important des roches métamorphiques.

La nappe de Montaut, représentée dans cette succession par l'échantillon de Bénéjacq, ne se sépare pas minéralogiquement de la nappe d'Ossun. Par contre, une dernière coupure, secondaire toutefois, se place entre la nappe de Montaut et la terrasse de 5 m de l'Adour. On trouve dans cette dernière une plus grande variété d'espèces minéralogiques et des pourcentages plus élevés de tourmaline, de grenat et surtout d'andalousite qui semblent bien indiquer qu'il y a eu reprise de l'érosion des massifs métamorphiques, des schistes à andalousite principalement.

FRACTIONS LÉGÈRES (Tabl. III). — Les fractions légères confirment l'individualité des différentes nappes définies par les minéraux lourds; mais souvent avec moins de netteté, car on retrouve partout les mêmes espèces minéralogiques, seules les proportions changent d'un groupe à un autre.

Une coupure majeure se retrouve entre la nappe de Palengat et la nappe d'Espoey, qui se traduit par une prédominance des feldspaths et du mica blanc dans la nappe d'Espoey, au détriment des quartzites et des grès très abondants dans la nappe de Palengat.

La séparation entre les formations du Lannemezan et la nappe de Palengat est plus difficile à délimiter, les proportions des minéraux et roches semblent peu différentes. Les variations sont plutôt dues à la situation géographique, il y a plus de schistes sur le plateau de Cieutat-Orignac que sur celui de Ger.

		Schiste	Quartz	Quartzite	Grès	Mica blanc	Feldspath
Lannemezan	Cieutat-église	X X X	X X	X X	X X	X X	X
	Barbe-Ossun	X	X X X	X X X	X X X	X X	X X
Nappe de Palengat	Cieutat-carrière	X X X	X X	X X X	X X X		X
	Cayabère	X	X X X	X X X	X X X		X
	Palengat	X	X X X	X X X	X X X	X X	X
Nappe d'Espoey	Espoey	X X X	X X X	X X	X X	X X	X X X
	Livron	X	X X	X	X	X X X	X X X
	Hiis	X	X X X	X	X	X X X	X X X
Nappe d'Ossun	Barlest-Barra	X	X X X	X	X	X X	X X
	Lourdes	X X X	X X X	X X	X X	X X	X X
	Juillan	X X X	X X X	X X	X X	X X	X X
Nappe de Montaut	Bénéjacq	X X X	X X X	X X	X X	X X X	X X
Terrasse de 5 m Adour	Soues	X X X	X X X	X X	X X	X	X X

TABLEAU III. — Fractions légères du Lannemezan et des hautes vallées du Gave de Pau et de l'Adour.

XXX : espèces abondantes; XX : espèces fréquentes; X : espèces rares.

La coupure entre la nappe d'Espoey et la nappe d'Ossun se traduit par une plus grande abondance, dans la première, des feldspaths et du mica blanc; par contre, il y a plus de schistes dans la seconde et les feldspaths y sont moins altérés.

Mais de même que les minéraux lourds, les espèces minéralogiques légères ne mettent en évidence aucune différence entre la nappe d'Ossun et la nappe de Montaut, les feldspaths présentent le même degré d'altération, il y a peut-être un peu plus de mica blanc.

La terrasse de 5 m de l'Adour à Soues individualisée par les minéraux lourds est seulement différente des nappes précédentes par sa pauvreté en mica blanc.

LANNEMEZAN. — *Cieutat* (B 97) : la partie sableuse est formée de schistes très abondants, de quartz très rarement roses, de quartzites, de grès, de micas blancs et de rares feldspaths altérés. Les micas et les roches schisteuses et micacées semblent plus abondants dans la fraction granulométrique comprise entre 0,46 et 0,16 mm. Les quartz sont non usés.

Barbe (B 95) : la partie sableuse est essentiellement quartzreuse : quartz, grès, quartzites, accompagnés de micas blancs, de feldspaths altérés assez abondants et de rares micaschistes. Les quartz sont non usés.

NAPPE DE PALENGAT. — *Cieutat* (B 99) : la partie sableuse est formée de quartz, de quartzites, de grès, de schistes et de très rares feldspaths altérés; les roches y sont plus abondantes que le quartz. Les quartz sont non usés, accompagnés de quelques grains arrondis.

Cayabère (B 100) : la partie sableuse est formée surtout de quartz, quartzites et grès incolores, rarement roses, de quelques micaschistes et de très rares feldspaths altérés. Les quartz sont non usés pour la plupart, avec quelques grains arrondis.

Palengat (B 101) : la partie sableuse est essentiellement quartzreuse : quartz, quartzites, grès incolores, quelques grains roses, accompagnés de micas blancs peu abondants, de très rares schistes et de quelques feldspaths altérés. Les quartz sont non usés avec quelques grains montrant un léger commencement d'émoussé.

NAPPE D'ESPOEY. — *Espoey* (B 4) : la partie sableuse est formée de quartz, de feldspaths et de schistes; on rencontre aussi des quartzites et des micas blancs peu abondants. La plupart des feldspaths sont très altérés et s'écrasent facilement. Les quartz sont non usés.

Livron (V 10) : la partie sableuse est formée essentiellement de micas blancs et de feldspaths auxquels s'ajoutent par ordre décroissant du quartz, des quartzites, et des micaschistes. Les feldspaths sont altérés et s'écrasent facilement, les micas blancs se rencontrent à divers stades d'altération, on peut reconnaître sur certains une partie de l'hexagone. Il semble que les micaschistes sont moins abondants dans la fraction granulométrique $< 0,16$ mm. Les quartz sont non usés.

Hiis (V 100) : la partie sableuse est formée surtout de quartz accompagnés d'une forte proportion de feldspaths et de micas blancs. La plupart des feldspaths sont altérés et s'écrasent facilement; les micas blancs se présentent à divers stades d'altération avec de très rares formes hexagonales. On rencontre aussi quelques grès et de très rares schistes. Les quartz sont non usés.

NAPPE D'OSSUN. — *Barlest-Barra* (B 3) : la partie sableuse est surtout formée de quartz qui est plus abondant que dans les échantillons précédents, accompagné de feldspaths, certains altérés, mais ne s'écrasant que difficilement; de schistes, de quartzites, de grès. On trouve des micas blancs dans la fraction granulométrique comprise entre 0,50 et 0,16 mm. Les quartz sont non usés avec peut-être un commencement d'émoussé.

Lourdes (V 99) : la partie sableuse est formée surtout de quartz avec une forte proportion de schistes. On trouve aussi des feldspaths souvent altérés, mais qui ne s'écrasent pas, des quartzites, des micas blancs, ces derniers semblent plus abondants dans la fraction granulométrique comprise entre 0,50 et 0,16 mm. Les quartz sont non usés.

Juillan (B 2) : la partie sableuse est formée de quartz, les plus abondants, et de schistes, auxquels s'ajoutent des feldspaths, des grès, des quartzites, des micas blancs. La plupart des feldspaths sont altérés et s'écrasent, mais avec un peu de difficulté. Les micas blancs sont plus abondants dans les fractions granulométriques $< 0,50$ mm. Les quartz sont non usés avec, semble-t-il, un commencement d'émoussé sur quelques grains.

NAPPE DE MONTAUT. — *Bénéjacq* (B 1) : la partie sableuse est formée de quartz et de schistes, avec des micas blancs très abondants dans la fraction granulométrique $< 0,50$ mm, de feldspaths, la plupart s'écrasant mais avec un peu de difficulté, de quartzites, de grès. Les quartz sont non usés avec un commencement d'émoussé sur quelques grains.

TERRASSE 5 m ADOUR. — *Soues* (B 102) : la partie sableuse est formée de quartz, de quartzites, de grès, de schistes, de gneiss, de micas blancs et de feldspaths. Les roches schisteuses sont abondantes. Les quartz sont non usés.

GRANULES ET GRAVIERS.

LANNEMEZAN. — *Cieutat* (B 97) : petits galets arrondis, quelques fragments anguleux de grès, schistes en général altérés, quartz de filon peu abondants. — *Barbe* (B 95) : fraction peu abondante de très petits galets arrondis, fragments anguleux de quartzites, grès plus ou moins altérés.

NAPPE DE PALENGAT. — *Cieutat* (B 99) : petits galets et fragments anguleux de quartz de filon, de grès, de quartzites. — *Cayabère* (B 100) : galets arrondis et fragments anguleux de quartz de filon, de grès plus ou moins altérés, de quartzites, de micaschistes. — *Palengat* (B 101) : fragments anguleux de grès, de quartzites, de quartz.

NAPPE D'ESPOEY. — *Espoe* (B 4) : petits galets arrondis de quartz, de schistes et de grès, et fragments anguleux de roches granitiques altérées. — *Livron* (V 10) : petits galets arrondis de schistes, de quartz, de quartzites et fragments anguleux de roches granitiques altérées.

NAPPE D'OSSUN. — *Barlest-Barra* (B 3) : petits galets arrondis de schistes, de grès, et fragments anguleux de roches granitiques altérées. — *Lourdes* (V 99) : petits galets arrondis de schistes, de quartz, de quartzites et fragments anguleux de roches granitiques altérées. — *Juillan* (B 2) : petits galets arrondis de quartz, de schistes, de grès et fragments anguleux de roches granitiques altérées.

NAPPE DE MONTAUT. — *Bénéjacq* (B 1) : petits galets arrondis de grès, de quartzites, de schistes et fragments anguleux de roches granitiques altérées.

TERRASSE 5 m ADOUR. — *Soues* (B 102) : petits galets arrondis de quartzites, de grès, de schistes et fragments anguleux de roches granitiques.

GALETS (Tabl. IV). — Les galets de ces formations ont été étudiés par H. Alimen [1953] qui a distingué dans la vallée du Gave de Pau et dans la vallée de l'Adour six catégories de roches, que nous donnons ici d'après le texte même de l'auteur [Alimen, 1953, p. 380-383].

Dans la vallée du Gave de Pau et ses annexes quaternaires : 1° les roches granitiques; 2° les schistes, 3° les quartz; 4° les quartzites du type Lannemezan (galets à croûte terne, à coloration superficielle verdâtre: mauve, rose lie-de-vin, grise) (M. Boule); 5° les quartzites du « type Espoe », catégorie de galets introduite; à cause du rôle essentiel qu'elle joue dans cette région; le type peut en être pris dans la grande carrière d'Espoe ce sont des blocs ou galets dépourvus de l'épaisse croûte terne des galets du Lannemezan; leur surface est lisse et polie, gris-bleu, gris-vert, gris-jaune, gris-violacé; ils sont très quartzeux, durs, de couleur assez foncée à l'intérieur, certains sont des quartzites typiques, mais d'autres sont des schistes quartzeux; 6° un dernier groupe rassemble les « divers », ceux qui n'entrent dans aucune des catégories précédentes.

VALLÉE DU GAVE DE PAU	Quartzites type Lannemezan	Quartzites type Espoe	Roches granitiques	Schistes	Quartz	Divers
Nappe de Palengat ¹	66			13	7	14
— d'Espoe		57	33	6	2	2
— d'Ossun		25	42	8	2	23
— de Montaut		18	73	6		3
VALLÉE DE L'ADOUR	Quartzites type Lannemezan	Quartzites type Maintenon	Roches granitiques	Schistes	Quartz	Divers
Nappe de Palengat (Cieutat)	62	29	2	3		4
— d'Espoe (Hiis)		12	14	68		6
Terrasse de 5 m (Soues)			78	21		1

TABLEAU IV. — Alluvions des vallées du Gave de Pau et de l'Adour (galets) d'après H. ALIMEN [1953, fig. 3 et 4, p. 382, 384].

1. La présence de cailloux inférieurs à 10 cm renforce la proportion des schistes, le diagramme de Palengat a été établi sur des éléments moyens et petits.

Dans la vallée de l'Adour : à côté des roches granitiques, des schistes, des quartzites du type Lannemezan, nous rencontrons dans la vallée de l'Adour un type de blocs à peine représentés dans la vallée du Gave de Pau : ce sont des quartz, quartzites ou poudingues quartzeux fortement patinés en ocre ou jaune foncé. Ce groupe remplace les quartzites du type Espoey et joue un rôle analogue. Pour la commodité du langage, j'appellerai ces blocs « du type Maintenon », parce qu'on en voit de très gros blocs amoncelés au-dessus de Bagnères-de-Bigorre, aux allées Maintenon.

En résumé, dans la vallée du Gave de Pau, la nappe de Palengat est caractérisée par les quartzites du type Lannemezan. A partir de la nappe d'Espoey, on ne trouve plus de quartzite de ce type, mais seulement des quartzites du type Espoey, leurs pourcentages diminuent de la nappe d'Espoey à celle de Montaut, en même temps qu'augmente la proportion des roches granitiques.

La coupure majeure déterminée par les minéraux lourds entre la nappe de Palengat et celle d'Espoey se retrouve ici définie par les galets de quartzite de type différent. Dans les nappes plus récentes, les roches sont de même nature, et de même que pour les minéraux lourds, seules les proportions changent.

Dans la vallée de l'Adour, à Cieutat, le palier d'alluvions le plus élevé, équivalent de la nappe de Palengat, on trouve à la fois des galets de quartzite, type Lannemezan et type Maintenon. De même que dans la vallée du Gave de Pau, la proportion des roches granitiques augmente depuis Cieutat jusqu'à la terrasse de 5 m de Soues, en même temps que diminuent les galets de quartzite, qui ont tout à fait disparu à Soues.

CONCLUSION. — LANNEMEZAN. Les formations du Lannemezan, qu'elles soient prélevées sur le cône de Cieutat-Orignac ou sur celui de Ger, sont formées qualitativement des mêmes minéraux lourds, les pourcentages seuls peuvent être différents; les espèces minéralogiques sont assez variées.

Le matériel semble emprunté à un nombre assez restreint de roches. D'après la carte géologique de Luz, les terrains métamorphiques primaires, du Silurien, du Dévonien et du Carbonifère, sont riches en andalousite et susceptibles de fournir la tourmaline et l'épidote, ce dernier minéral se rencontre aussi dans les ophites et les limurites; la tourmaline dans les migmatites, dans les pegmatites et dans les fentes des quartzites du cirque d'Arbizon notamment. Le granite normal [Lacroix, 1900] fournissant le zircon et celui au contact des calcaires l'amphibole, de même que les ophites.

NAPPE DE PALENGAT. Au début du Quaternaire, la reprise du matériel de Lannemezan par la nappe de Palengat et son enrichissement en matériel granitique conduit à une association minéralogique très voisine de celle du Lannemezan. Le grenat apparaît avec ces alluvions. La composition minéralogique varie souvent quantitativement d'un échantillon à un autre, ce qui s'explique par la participation plus ou moins grande d'un cortège de roches au détriment d'un autre. Les schistes prédominent à Cieutat-carrière, mais les quartz sont abondants à Cayabère et à Palengat.

Pour ces deux formations, Lannemezan et nappe de Palengat, les schistes sont plus abondants sur le plateau de Cieutat-Orignac que sur celui de Ger.

Les graviers des formations du Lannemezan et des alluvions de la nappe de Palengat sont formés pour les mêmes roches (quartzite, grès, schiste, quartz de filon) à la fois de petits galets arrondis et de fragments anguleux, alors que dans les nappes plus récentes seuls les éléments granitiques sont anguleux, les graviers des autres roches sont tous de petits galets arrondis.

NAPPE D'ESPOEY. L'arrivée de la nappe d'Espoey, soit dans la vallée de Pontacq, soit dans la vallée de l'Adour, détermine ainsi qu'on l'a vu précédemment une nette coupure minéralogique. La rareté des espèces minéralogiques laisse supposer que les eaux de fonte du glacier n'érodent que quelques variétés de roches, surtout granulites, granites à amphibole, roches vertes et quelques roches du cortège métamorphique à grenat et peut-être à épidote, les schistes maclifères fournissent peu, semble-t-il, car l'andalousite est peu abondante. Les feldspaths et les micas blancs sont abondants dans les fractions légères, les quartzites et les grès sont rares.

Les graviers sont formés de petits galets arrondis des mêmes roches que dans les formations antérieures, auxquels s'ajoutent de petits fragments anguleux de roches granitiques altérées le plus souvent.

NAPPE D'OSSUN. Les alluvions de la nappe d'Ossun, dans la vallée de Pontacq (Barlest-Barra, Lourdes) et celles correspondantes dans la vallée d'Adé à Juillan ont une composition minéralogique un peu plus variée. La tourmaline est à nouveau présente, mais en très faible proportion, l'andalousite est un peu plus abondante; l'association minéralogique reste cependant formée des deux mêmes minéraux, épidote et amphibole. Les roches-mères semblent à peu près les mêmes que pour la nappe d'Espoey; encore faut-il admettre que les mêmes variétés de roches ont été érodées ou plutôt qu'il y a eu reprise du même matériel et désagrégation des galets de roches métamorphiques, non altérées dans toute leur épaisseur et qui fourniraient la tourmaline et l'andalousite plus abondante? Les schistes sont plus abondants dans la fraction légère de cette nappe que dans celle d'Espoey; les feldspaths y sont aussi un peu moins altérés.

A Barlest-Barra et à Juillan, une partie des quartz montre un commencement d'émoussé.

NAPPE DE MONTAUT. L'alluvion de Bénéjacq de la nappe de Montaut est formée de la même association minéralogique lourde que la nappe d'Ossun; les feldspaths y présentent, semble-t-il, le même degré d'altération; il y a un peu plus de mica blanc et sans doute aussi de schiste. Seuls les galets individualisent cette nappe, avec une proportion plus élevée de roches granitiques et moins de quartzites.

Il semble bien que, de même que pour la nappe d'Ossun, on peut aussi émettre l'hypothèse de la reprise du matériel ancien, plutôt que l'érosion du même cortège de roches.

ADOUR, TERRASSE DE 5 M. L'alluvion de Soues, qui représente la terrasse de 5 m de l'Adour, est plus riche en espèces minéralogiques que les alluvions plus anciennes : certains minéraux sont plus abondants, andalousite, tourmaline, grenat; il semble bien qu'il y ait eu reprise de l'érosion des massifs métamorphiques, des schistes à andalousite surtout. La fraction légère confirme cette hypothèse : les roches schisteuses y sont plus abondantes.

En résumé, dans les deux vallées, Adour et Gave, les paliers d'alluvions les plus élevés, représentés par la nappe de Palengat, sont formés surtout de la reprise du matériel du Lanne-mezan, alors que l'arrivée des nappes suivantes détermine une coupure pétrographique de grande ampleur caractérisée par la présence d'un matériel nouveau très différent.

2. Alluvions anciennes de Duhort, Grenade-sur-Adour, Hagetmau, Cazalis, Amou, Meilhan

Duhort (B 30 à 28)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — Coupe de talus à gauche de la route qui descend de Duhort à Cazères (125 m), domine l'Adour de 60 m. B 30 et 29 : limon sableux jaune pâle avec galets arrondis; B 28 : limon sableux jaune plus foncé avec galets arrondis.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. V). — La composition minéralogique des trois échantillons est presque identique : mêmes espèces et même association toujours formée d'andalousite, tourmaline, zircon (un peu moins abondant à la base de la coupe). Les proportions de minéraux lourds sont très voisines, appauvrissement de bas en haut de la coupe. Les andalousites sont plus fraîches dans B 30, et plus altérées dans B 29 que dans B 28. Les zircons sont dans les trois échantillons de deux types : les uns roulés et les autres très aigus avec des formes cristallographiques parfaites.

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Corindon	Teneurs pondérales
Duhort (B 30)	18	16		3		+		4	+	51		+	7	1				0,38
— (B 29)	21	15	1					1		55			6	1				0,40
— (B 28)	17	6		2	+			6		69								0,67
Grenade (R 45)	25	7	2	3		1		2		39			19	2	+	+		0,37
— (R 46)	17	11	2	2				1		63			3	1				1,34
— (R 47)	32	8		2	1	1		2		52			2	+				0,50
Grenade (R 54)	33	15	+	10	1	+		15	1	17	2	+	3	2	+			0,20
Hagetmau (V 26) ...	27	16		1						36			7				13	0,38
Cazalis (V 27).....	22	14	+		+	+	+	1		63	+		+		+		+	0,50
Amou (B 38)	20	3	1	2	1			1		40		1	27	4				0,66
— (B 37)	6	18		1	1	+		4		58		+	12	+				0,48
— (B 35)	11	12		1				+		16		1	59					1,54
Amou (B 41)	32	5	+	1				2	+	50			10					0,20
— (B 40)	21	33	+	13	1			5		18	+		9					0,40
— (B 42)	18	14		6	1			3		32			25	1		+		0,26
— (B 44)	10	5	+	1				2		51	+		28	2	1	+	+	0,56
Meilhan (V 38)	22	13	+	2		+	+	12		49	+	+	1		3	+	1	0,45

TABLEAU V. — Fractions lourdes des alluvions anciennes de Duhort, Grenade, Hagetmau, Cazalis, Amou et Meilhan.

Le signe + indique < 0,5 %

FRACTIONS LÉGÈRES. — Les fractions légères sont assez différentes dans les trois niveaux.

B 28 : la partie sableuse est formée de quartz, de micas jaunes, de grès, de quartzites, de micaschistes (nuance de gris foncé à blanc), de minéraux altérés. Les quartz représentent à peu près 50 % de l'ensemble; ils sont parfois sans formes reconnaissables, souvent aussi de forme dihexaédrique, soit encore en fragments cassés de cette même forme encore reconnaissable. Presque tous les quartz ont une surface que j'appellerai *chagrinée*, qui semble formée par un picotis plus ou moins serré qui les rend moins transparents lorsque le phénomène est arrivé à son point maximum. Ce picotis, différent des marques de choc d'éolisation, peut être dû soit à une altération chimique, soit à un accroissement. Les micas de couleur jaunâtre sont, en général, assez frais. A la taille de 0,50 mm, ils sont le plus souvent hexagonaux, plus petits on ne trouve pas de forme reconnaissable.

B 29 : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de quartzites, de micaschistes, de micas, de minéraux altérés. Les quartz présentent les mêmes caractéristiques que ceux du niveau précédent, mais avec moins de dihexaèdres, surtout de formes complètes; il semble qu'à côté des quartz non usés, certains

présentent un commencement d'émoûssé. Les micas sont les mêmes que ceux de B 28, mais même à la taille de 0,50 mm sont sans forme reconnaissable. Proportion beaucoup plus forte de minéraux altérés.

B 30 : la partie sableuse, dans ce niveau, est différente de celle des autres; le quartz y forme la grande majorité avec quelques fragments de roches; grès ferrugineux, quartzites, schistes, très rares minéraux altérés. La partie quartzeuse se présente sous différents aspects, incolore en général, avec une assez forte proportion de grains teintés en jaune ou rouge plus ou moins foncé; elle se divise en trois types de grains : grains limpides, grains à surface chagrinée et très rares grains présentant un commencement d'éolisation. Une partie des quartz de ces différents types et couleurs sont des émoûssés mats.

GRANULES ET GRAVIERS.

B 28 : grès, galets arrondis à altération ferrugineuse en général, quartz (galets arrondis), schistes et micaschistes (petits fragments). — B 29 : grès, quartzites, schistes à altération ferrugineuse plus faible que dans B 28. — B 30 : grès très ferrugineux, très altérés, mais compacts; quartzites incolores ou roses; schistes rares; dans l'ensemble, éléments plus gros que dans B 28 et 29, plus ferrugineux que dans B 28.

GALETS.

B 28 : quartzites en général altérés. — B 29 : quartzites, quelques-uns frais; grès altérés; schistes altérés. — B 30 : quartzites en général altérés.

Grenade-sur-Adour (R 45 à 47)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — Coupe de talus à droite de la route de Larrivière à Ste-Eugénie (100-110 m), domine l'Adour de 50-55 m (fig. 4 A). R 45 : limon sableux jaune, avec galets; R 46 : limon sableux jaune, feuilleté, avec passées plus rouges, sans galets; R 47 : limon sableux jaune-rouge, avec galets.

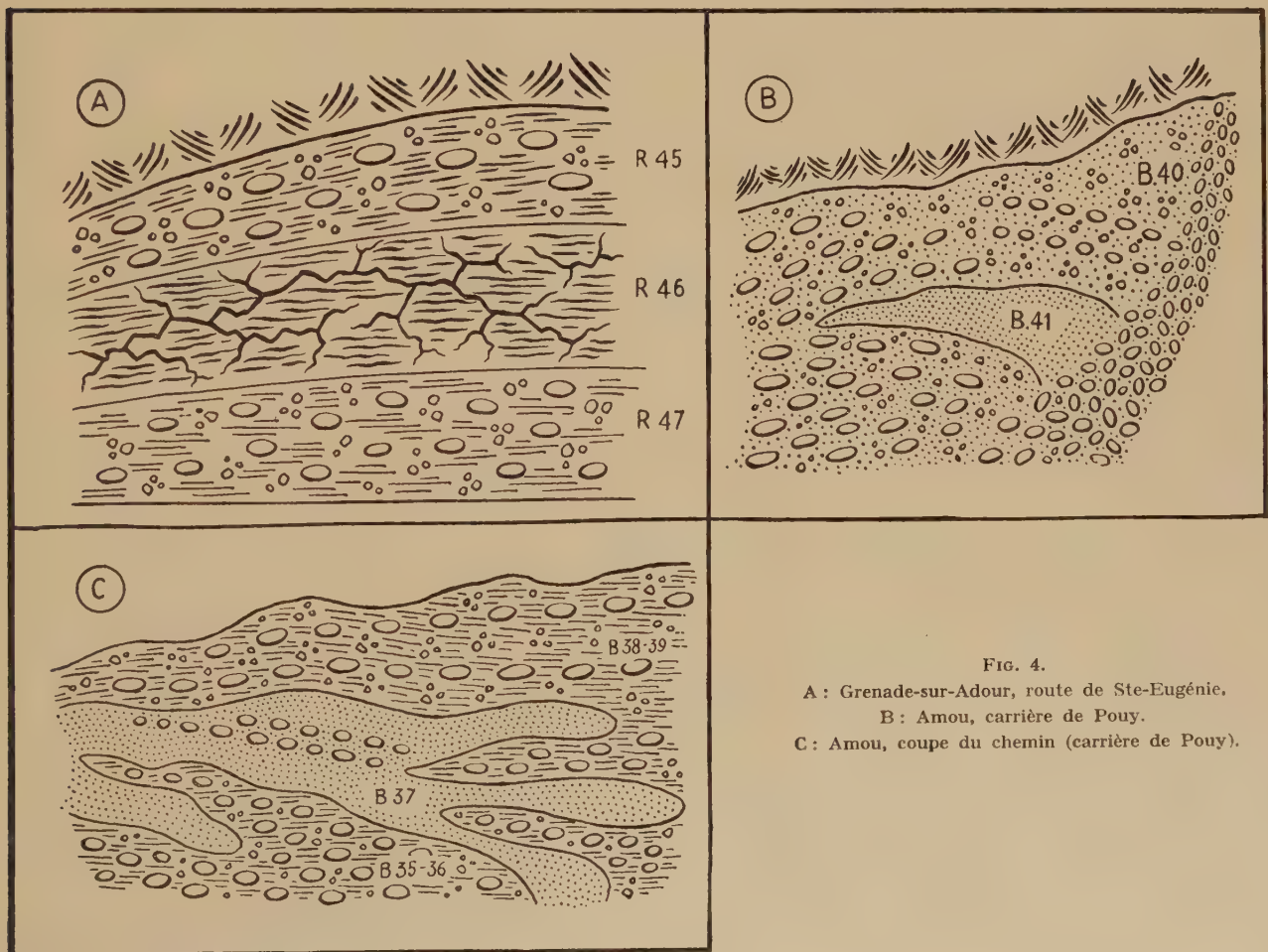


FIG. 4.

A : Grenade-sur-Adour, route de Ste-Eugénie.

B : Amou, carrière de Pouy.

C : Amou, coupe du chemin (carrière de Pouy).

FRACTIONS LOURDES (Tabl. V). — La composition minéralogique (minéraux lourds) des trois échantillons de cette coupe est assez voisine : l'andalousite, la tourmaline, le zircon sont toujours abondants; il y a plus d'épidote que de zircon à R 47. Les zircons sont, dans les trois échantillons, de deux types, certains roulés, les autres de formes cristallographiques complètes avec des angles non émoussés. Il semble que l'échantillon supérieur R 45 soit un peu plus altéré que les deux autres. Les teneurs en minéraux lourds sont un peu différentes, le niveau moyen étant assez riche.

FRACTIONS LÉGÈRES. — La partie supérieure de la coupe est un peu différente par l'aspect général des quartz et leur morphoscopie. Les fractions légères sont peu différentes aux différents niveaux de cette coupe, il y a seulement plus de schistes à la base (R 47).

R 47 : la partie sableuse est formée de quartz, grès, schistes et minéraux altérés. Le quartz forme environ 50 % de l'ensemble, la plupart des grains sont à surface chagrinée aux divers stades du phénomène. Assez forte proportion d'émoussés mats.

R 46 : la fraction sableuse est composée de quartz avec une faible proportion de minéraux altérés. Les quartz proviennent pour la plupart de grès anciens, incolores ou roses; presque tous sont à surface chagrinée. Assez forte proportion d'émoussés mats. Ce niveau ressemble beaucoup à R 47, mais n'a pas de schiste.

R 45 : la partie sableuse est surtout du quartz avec quelques quartzites et minéraux altérés. Les quartz sont pour la plupart limpides avec une faible proportion de grains à surface chagrinée, quelques-uns sont de nuance jaune ou rose. A côté de non usés, forte proportion de grains émoussés luisants, rares ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS.

R 47 : petits galets arrondis, parfois cassés, de grès, quartzites, micaschistes, le plus souvent altérés. — R 46 : très petits galets arrondis de 0,5 cm de longueur, de quartz de filon, de grès en général altérés, de quartzites. — R 45 : petits galets ou plutôt fragments de galets de quartz et de grès altérés.

GALETS (R 47 et 45). — Quartzites et grès en général altérés.

Grenade-sur-Adour (R 54)

SITUATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON. — Partie supérieure de la coupe des Sables fauves (100 m), domine l'Adour de 50-55 m (fig. 2). Sable limoneux jaune avec galets.

FRACTION LOURDE (Tabl. V). — La fraction lourde est formée de l'association tourmaline, andalousite, zircon, staurotide, rutile. Elle diffère de celle de la coupe précédente par une proportion plus forte de staurotide, de rutile et sans doute aussi de zircon; il y a moins d'andalousite et du disthène et de la sillimanite. L'aspect est moins altéré, beaucoup d'andalousites étant d'une extrême limpidité; les zircons sont roulés et ceux ayant une forme cristalline reconnaissable ont des angles légèrement émoussés.

Si l'on compare la fraction lourde de l'alluvion R 54 à celle des Sables fauves R 55 immédiatement au-dessous, il apparaît que les différences sont beaucoup moins grandes. Mêmes pourcentages de tourmaline, staurotide, andalousite, disthène, sillimanite. Pauvreté en minéraux, presque mêmes chiffres. Dans l'ensemble, les minéraux lourds de l'alluvion ancienne R 54 sont un peu moins frais que ceux des Sables fauves qu'elle surmonte, il semble que l'on ait ici une formation qui a emprunté une partie de son matériel, surtout staurotide, aux Sables fauves sous-jacents.

FRACTION LÉGÈRE. — La fraction légère de l'alluvion ancienne est différente de celle des Sables fauves par la proportion plus élevée de roches et par les quartz dont une grande partie

est à surface chagrinée. En comparant les fractions lourdes et légères de ces deux formations, il semble qu'il faille admettre que l'alluvion ancienne R 54 est une formation nouvelle remaniant les Sables fauves sous-jacents auxquels elle a emprunté une partie de leur matériel lourd.

La partie sableuse est formée de quartz, de grès, de quartzites et de quelques minéraux altérés. Les quartz sont limpides ou à surface chagrinée; quelques-uns sont roses et proviennent de grès anciens. Les grains sont non usés avec une forte proportion de grains émoussés-luisants accompagnés de quelques ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS. — Grès à grains plus ou moins fins, quelques-uns très altérés, quartz de filon.

GALETS. — Grès et schistes altérés.

Hagetmau - Cazalis (V 26 et 27)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — *Hagetmau* (V 26) : talus à droite de la route d'Hagetmau à Montfort (110 m). — *Cazalis* (V 27) : talus à droite de la route d'Hagetmau à Cazalis (110 m). Les deux échantillons sont des sables limoneux jaune-rouge avec galets.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. V). — Les fractions lourdes de ces deux alluvions, très proches géographiquement, présentent beaucoup d'analogie. L'association dominante est toujours formée d'andalousite, de tourmaline et de zircon. Les teneurs en minéraux lourds sont, elles aussi, très semblables. Les minéraux lourds sont plus frais à Cazalis qu'à Hagetmau.

A Cazalis, il y a deux types de zircons, les uns arrondis, les autres à formes cristallines et à angles non émoussés. A Hagetmau, on retrouve les deux types, mais avec des limites moins nettes, les formes cristallographiques sont déjà émoussées.

FRACTIONS LÉGÈRES. — Les fractions légères, de même que les fractions lourdes, présentent entre elles beaucoup d'analogie.

Hagetmau (V 26) : la partie sableuse est formée de quartz, de micas blancs souvent altérés, de forme cassée dérivant de l'hexagone, de grès, de quartzites, de schistes, de minéraux altérés. Le quartz constitue environ 50 % de l'ensemble, une très forte proportion est à surface chagrinée. Les grains sont non usés en général.

Cazalis (V 27) : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de micaschistes, de micas, de minéraux altérés. Il y a moins de quartz à surface chagrinée qu'à Hagetmau. Les grains sont en général non usés avec des émoussés luisants et de rares ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS.

Hagetmau (V 26) : petits galets arrondis de grès plus ou moins altérés, parfois micacés, quartz de filon, micas blancs. — *Cazalis* (V 27) : galets arrondis de grès plus ou moins altérés.

GALETS.

Hagetmau (V 26) : quartzites altérés. — *Cazalis* (V 27) : grès altérés, quartzites le plus souvent altérés.

Amou (B 41 et 40)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — Carrière de Pouy, sur le petit chemin à droite de la route à Brassempouy (120 m) (fig. 4 B). B 41 : sable grossier rouge; B 40 : sable avec peu de limon jaune-rouge, graviers et galets.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. V). — La composition minéralogique est qualitativement la même dans le sable limoneux et dans le sable grossier de cette carrière. Il y a plus de zircon

et de rutile dans le premier; plus d'andalousite et de tourmaline dans le second, mais l'aspect général est le même. Les zircons dans le sable limoneux sont de deux types, soit roulés, soit à formes cristallographiques, mais légèrement émoussés; dans le sable grossier, ils sont tous roulés. Les teneurs pondérales sont plus élevées dans le sable limoneux que dans le sable grossier.

FRACTIONS LÉGÈRES. — Les fractions légères sont très semblables pour ces deux niveaux.

B 40 : la partie sableuse est surtout formée de quartz, quartz de filon, quartz de nuance jaune ou rouge, de quartzites, de grès, de minéraux altérés. Les quartz forment environ 90 à 95 % du total; ils sont soit limpides, soit à surface chagrinée; les grains sont en général non usés avec quelques émoussés et ronds mats.

B 41 : la partie sableuse est composée de quartz, quartz de filon, quartz de nuance rose plus ou moins foncée, de quartzites, de grès, de minéraux altérés. Les quartz, comme dans le niveau précédent, constituent 90 à 95 % de l'ensemble; on trouve les deux types de cristaux limpides et chagrinés; les grains sont non usés avec quelques émoussés et ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS (B 40). — Grès plus ou moins altérés, quartzites, quartz de filon, schistes.

GALETS (B 40). — Schistes et grès altérés, quartzites souvent altérés.

Amou (B 35, 37 et 38)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — Coupe du chemin qui fait suite à la carrière de Pouy (120 m) (fig. 4 C). B 38 : sable limoneux jaune avec galets; B 37 : sable limoneux rouge sans galets; B 35 : sable limoneux jaune avec galets.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. V). — La composition minéralogique est qualitativement la même pour les trois échantillons de cette coupe, mais varie quantitativement.

L'échantillon de base B 35 a beaucoup d'épidote et de l'andalousite, de la tourmaline et du zircon; l'échantillon B 37 a surtout de l'andalousite, du zircon, de l'épidote et un peu de tourmaline; l'échantillon B 38 a de l'andalousite, de la tourmaline, de l'épidote et un peu de zircon.

Les minéraux en général, mais surtout l'andalousite, sont plus abîmés à la base que dans les deux autres niveaux. Les andalousites sont moins fraîches que dans la coupe de la carrière. Les épidotes sont des pistachites assez fraîches; les zircons sont des deux types: les uns arrondis, les autres avec des formes cristallographiques à angles non émoussés. Les zircons sont tous pléochroïques.

Les teneurs pondérales sont assez semblables à la base et au sommet, plus faibles au niveau moyen.

FRACTIONS LÉGÈRES. — Elles sont très voisines et ne diffèrent que par la proportion des quartz. Les fractions sableuses sont différentes de celles de la carrière par la présence de micas et les pourcentages plus faibles de quartz.

B 35 : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de micaschistes, de micas jaunes, de minéraux altérés. Les quartz représentent à peu près 30 à 40 %; les roches sont assez abondantes. Les quartz sont à surface chagrinée pour la plupart, avec quelques très rares grains limpides. Ce sont tous des grains non usés. Les micas sont jaunes avec quelques-uns montrant une partie de la forme hexagonale.

B 37 : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de micaschistes, de micas, de quartzites, de minéraux altérés. Les quartz forment à peu près 40 % du total; ils sont pour la plupart à surface chagrinée, avec cependant un peu plus de cristaux limpides que dans le niveau précédent. Les grains sont tous non usés.

Les micas sont pour la plupart sans formes, quelques-uns montrent pourtant une partie reconnaissable de l'hexagone.

B 38 : la partie sableuse est composée de quartz, de quartz de filon, de grès, de quartzites, de mica-schistes, de micas, de minéraux altérés. Les quartz forment environ 50 % du total, ils sont un peu plus abondants que dans les deux niveaux précédents; ils sont pour la plupart chagrinés avec quelques-uns limpides et des grains reliant les premiers aux seconds. Tous les quartz sont non usés.

GRANULES ET GRAVIERS.

B 35 : grès plus ou moins altérés, quartzites, quartz de filon, schistes, quartz, roches altérées indéterminables, souvent micacées. — B 38 : grès en général altérés, quartzites, schistes, quartz, roches altérées. Les graviers sont plus altérés que dans la carrière.

GALETS.

B 35 : quartzites et schistes altérés. — B 38 : quartzites, grès et schistes altérés.

Amou (B 42 et 44)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — Rive gauche du Luy, B 42 : talus côté droit, route d'Amou à Tilh, limon sableux jaune; B 44 : talus côté droit, route d'Amou à Orthez, limon sableux jaune avec graviers et galets.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. V). — Les échantillons ont tous deux la même association dominante formée d'andalousite, d'épidote et de tourmaline. Les minéraux lourds sont plus frais en B 42 qu'en B 44, les zircons sont toujours des deux types.

FRACTIONS LÉGÈRES. — Les fractions légères sont très semblables, composées surtout de quartz, accompagnés de quelques grès et quartzites et de très rares schistes; les grains sont en général chagrinés avec une forte proportion de cristaux limpides; beaucoup sont non usés avec une notable proportion d'émoussés-luisants et quelques ronds-mats.

GRANULES ET GRAVIERS. — Quartzites, quartz.

GALETS. — Quartzites et grès altérés.

Meilhan (V 38)

SITUATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON. — Carrière près de la rive gauche de la Midouze. Sable avec galets.

FRACTION LOURDE (Tabl. V). — L'association minéralogique est formée d'andalousite, de tourmaline, de zircon, de staurotide. Les andalousites sont dans l'ensemble plutôt altérées, avec quelques grains plus frais. Les zircons sont des deux types, les plus abondants à forme cristallographique et angles arrondis, les autres arrondis.

FRACTION LÉGÈRE. — La partie sableuse est composée principalement de quartz accompagné de grès, de quartzites et de micas blancs. Les cristaux sont généralement chagrinés avec une notable proportion de grains limpides. Ces quartz sont surtout des grains non usés avec des émoussés luisants et des émoussés mats et quelques ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS. — Quartz de filon, quartzites, grès plus ou moins altérés.

GALETS. — Grès plus ou moins altérés, quartzites, certains peu altérés, lydiennes.

Conclusion

Toutes les alluvions anciennes de cette région ont une association minéralogique (minéraux lourds) formée des mêmes minéraux : andalousite, tourmaline, zircon, auxquels s'ajoutent l'épidote dans la région d'Amou et au niveau supérieur de la coupe de Grenade (route de Ste-Eugénie), et la staurotide à Grenade (R 54) et Meilhan.

Les fractions légères sont plus ou moins quartzeuses suivant les points de prélèvement; elles ne varient entre elles que par la proportion des fragments de roches. Les grains sont en général non usés, avec parfois une proportion non négligeable d'émoussés. C'est l'échantillon de Meilhan le plus au N qui est le plus quartzeux, il n'y a pratiquement plus de fragments de roches, les grains émoussés sont aussi les plus abondants.

A Duhort, le niveau inférieur de la coupe B 28 est caractérisé par les quartz dihexaédriques entiers pour la plupart, les grains cassés sont assez rares, ils sont plus abondants dans la fraction granulométrique $> 0,50$ mm. On trouve ces mêmes dihexaèdres dans le niveau immédiatement au-dessus (B 29), mais moins abondamment et surtout avec moins de formes complètes. Le niveau supérieur de la coupe ne renferme pas de quartz de forme reconnaissable. On ne retrouve d'ailleurs dans aucun échantillon de cette série ce type de quartz. Selon G. Deicha qui a examiné ces quartz : « Ce ne sont pas des quartz de néoformation, plutôt des quartz d'origine éruptive de demi-profondeur, sinon de surface. Rhyolite? Microgranite? Ils n'ont pas d'inclusions solides, mais des inclusions aqueuses secondaires à bulles relativement développées, ce qui indique une transformation de la roche à une certaine profondeur de l'écorce terrestre. Un des quartz examinés présentait des phénomènes d'accroissement. »

Dans le niveau inférieur de Duhort (B 28) on trouve aussi, à la dimension de 0,50 mm, des micas jaunâtres hexagonaux. On reconnaît ces mêmes micas hexagonaux, mais pas de formes complètes, à Hagetmau et à Amou (B 35 et B 37).

Les minéraux altérés, qui sont le plus souvent des feldspaths (mais qu'il est très difficile de séparer des micas altérés), sont aussi plus abondants dans les deux niveaux inférieurs de Duhort (B 28 et B 29).

Les galets sont à peu près partout de grès, de quartzites et à certains endroits de schistes, en général très altérés. A Meilhan, une partie du matériel est plus frais.

Toutes ces alluvions me semblent bien appartenir au même complexe alluvial, mais à quelle terrasse plus en amont peut-on les rattacher?

Déjà Palassou [1815] avait observé que « les cailloux de granit des environs de Morlaas, entraînés par les eaux, sont convertis en argile jaunâtre et se réduisent en général plus aisément en sable que les granites roulés et décomposés des environs de Pau, comme s'ils étaient d'une date plus ancienne ». L.A. Fabre [1902], étudiant le réseau hydrographique du plateau landais, a émis l'hypothèse que les sédiments fluvio-glaciaires des Gaves et de l'Adour ont dû avoir une extension considérable à l'aval, vers le N, et que le réseau hydrographique actuel résulte de la capture de l'Adour par les Gaves par le « mécanisme des captures par progression des affluents ». Savornin [1910], faisant pour la carte géologique d'Orthez les contours du Quaternaire, était amené à supposer que les alluvions de la vallée du Louts étaient antérieures à celles de la vallée du Luy de Béarn. Pour Lacoïn [1948], les deux vallées de Garlin et de Morlaas auraient été creusées par un ancien Gave d'Ossau, et tout le système alluvial du plateau de Ger s'enracinerait dans la vallée d'Ossau. Plus récemment, Taillefer [1951], étudiant l'évolution du réseau hydrographique de cette région, attribuait à d'anciens Gaves de Lourdes ces diverses terrasses et en faisait la chronologie : « tout d'abord les Gaves de Garlin et de Morlaas faisant suite l'un au

palier d'alluvions du Limendous et l'autre à celui de Labatmale; puis postérieurement à ceux-ci, le Gave de Pontacq qui s'écoulait vers le NW par la lande d'Amou et faisait suite à la terrasse de Livron; et ce n'est qu'à un nouveau stade que le Gave de Lourdes suivait à partir de Pau son cours actuel». Pour Daguin [1948] également, «les eaux du glacier de Lourdes passaient par Pontacq, l'Ousse et se dirigeaient par les plaines du Pontlong et du Luy de Béarn vers Dax jusqu'à Saugnac ».

Peut-on avec l'étude pétrographique de ces alluvions en préciser la chronologie? C'est ce que je vais tenter.

La comparaison des résultats du tableau des minéraux lourds de ces alluvions (tabl. V) avec celui des formations du chapitre précédent (tabl. II), *apparente les sédiments de ces terrasses aux formations de la nappe de Palengat*. On y rencontre les mêmes minéraux mais souvent avec des pourcentages différents. L'andalousite y est toujours plus abondante; les roches du cortège métamorphique, schistes maclifères principalement, ont dû être le siège d'une intense érosion et transportés surtout sous forme de galets; l'augmentation des pourcentages d'andalousite provient vraisemblablement de leur altération et de leur décomposition sur place. Les éléments granitiques déjà convertis en sédiments sableux varient peu comme teneurs. Il semble bien que les roches vertes à amphiboles et les granites à amphiboles ont fourni peu de matériel. La staurotide, peu abondante en général sauf à Grenade (R 54) et à Meilhan, est présente partout; il semble qu'il faille rechercher son origine dans les Sables fauves que ces fleuves anciens ont remaniés et auxquels ils ont emprunté du matériel, ce qui paraît bien confirmé par la coupe de Grenade de la route de Montgaillard, où l'alluvion qui surmonte les Sables fauves accuse une teneur relativement élevée en staurotide.

Les alluvions de Duhort et Grenade, Hagetmau et Cazalis font bien suite pétrographiquement aux terrasses des Gaves de Garlin et de Morlaas, ce qui confirme l'hypothèse de Taillefer.

Par contre, la vallée d'Amou n'est pas, comme le croyait également Taillefer, le prolongement d'un Gave de Pontacq postérieur aux précédents et faisant suite aux alluvions de Livron. En effet, la terrasse de Livron est très différente minéralogiquement : les roches originelles ne sont pas les mêmes et sont peu variées; les granites à amphiboles et les granulites, sans doute aussi les roches vertes, en semblent les sources principales; il y a surtout de l'amphibole et de l'épidote et, dans la fraction légère, du mica blanc, du feldspath et du quartz.

La terrasse d'Amou est donc contemporaine de celles de Grenade et d'Hagetmau et antérieure à l'alluvion de Livron. Il semble donc possible de l'attribuer à une diffluence du Gave de Morlaas, mais peut-être à ce moment recevait-il un Gave venant de la vallée d'Ossau, plus riche en épidote, qui le rejoignait dans la région de Lescar?

L'alluvion de Meilhan, en bordure de la Midouze, a été attribuée par Blayac [1914] à la terrasse moyenne de l'Adour; mais l'analyse minéralogique l'apparente à la nappe de Palengat; elle peut donc être le témoin, soit d'un Gave ancien, soit d'un Adour contemporain de cette nappe. Sans doute cette alluvion a-t-elle été remaniée, ce qui semble confirmé par l'analyse pétrographique; une partie du matériel est plus frais et les quartz émoussés sont relativement abondants.

Mais ces fleuves étaient-ils des affluents d'un Adour ancien suivant un tracé voisin de son cours actuel, ou, au contraire, ces Gaves anciens prolongeaient-ils leur cours vers le NNW pour rejoindre la mer?

Pour L. A. Fabre [1902, 1905], tous les fleuves venus des cônes de Cieutat-Orignac et de Ger s'épalaient très loin vers le N ou le NW et rejoignaient la mer, soit directement, soit par l'intermédiaire du bas cours de la Garonne. Blayac [1914, 1916] émet l'hypothèse que les « rivières

pyrénéennes tributaires de l'Adour, et l'Adour lui-même probablement, auraient donc abouti à la côte entre Bordeaux et Bayonne »; il pensait alors que les Glaises bigarrées du sous-sol landais faisaient partie de cette terrasse. Pour F. Taillefer [1951], au contraire, « la terrasse de Garlin tourne franchement vers le NW et l'W, c'est-à-dire s'engage dans la vallée de l'Adour dont le tracé en aval d'Aire était donc déjà voisin du tracé actuel... L'Adour n'était sans doute qu'un modeste affluent du Gave de Garlin ». Par contre, J. Bourcart [1952] attribue ces formations à « d'anciennes coulières passant maintenant en tunnel sous le sable des Landes, et aboutissant directement à la mer ».

3. Adour. Alluvions anciennes, modernes et actuelles

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — **ALLUVIONS ANCIENNES :** *Hiis* (V 100), voir p. 18. — *Soues* (B 102), voir p. 19. — *Megnon* (B 108), talus chemin rive droite de l'Adour en face du pont de Mugron; sable jaune foncé et gris avec galets et graviers. — *St-Paul-les-Dax* (B 106), gravière au lieudit Mandillot; sable jaunâtre et gris avec graviers. — *Candresse* (V 22 à 18), carrière à gauche de la route de Montfort; V 22 (sommet) : limon sableux grisâtre; V 21 : sable jaune foncé et gris; V 19 : sable fin jaunâtre; V 18 (base) : sable fin jaunâtre, par endroits stratification avec lits ferrugineux.

ALLUVIONS MODERNES : *Aire-sur-Adour* (V 85), rive droite, sur l'aérodrome près de la voie ferrée; limon sableux avec graviers. — *Aire-sur-Adour* (B 27 et 26), excavation, rive gauche de l'Adour en aval d'Aire; B 27 (sommet) : limon sableux avec graviers et galets; B 26 (base) : sable peu limoneux avec graviers et galets.

ALLUVIONS ACTUELLES : *Cazères* (R 43), dragage dans l'Adour; sable jaunâtre avec graviers. *Grenade-sur-Adour* (R 44), dans l'Adour au lieudit Caillibès; galets.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. VI).

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Brookite	Sphène	Staurotide	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Teneurs pondérales
Hiis		+	+					1			18	81			0,35
Soues	4	+	4	+		2	2	26	+		25	35	1	1	5,42
Megnon	4	+	7				3	26	1		28	31			12,83
St-Paul-les-Dax	1		9				1	28			21	40			3,77
Candresse (V 22)	3		4				4	31			42	16			1,10
— (V 21)	2	+	6	+			1	17			21	53		+	2,95
— (V 19)	3		5				1	16			27	48			2,91
— (V 18)	2		2					4			29	63	+		1,55
Aire-sur-Adour (B 85)	3	2	6	1	+		2	39	+		29	18		+	2,14
Aire-sur-Adour (B 27)	2	1	4		+	+	2	36	+		32	23			5,65
— (B 26)	4	1	6	+			1	27		+	33	27	+	1	6,53
Cazères	1	1	5			1	2	38			20	30		2	9,71

TABLEAU VI. — Fractions lourdes des alluvions de l'Adour.

Le signe + indique < 0,5 %

FRACTIONS LÉGÈRES.

Hiis (V 100) : voir tabl. III.

Soues (B 102) : voir tabl. III.

Megnon (B 108) : la partie sableuse est formée surtout de quartz et de micaschistes accompagnés de grès, de quartzites, de quelques feldspaths. Les quartz sont moins abondants dans les fractions $< 0,46$ mm. Dans les fractions $< 0,33$ mm, aux éléments précédemment cités s'ajoutent du mica blanc et de nombreux minéraux altérés blanchâtres qui sont des micas blancs altérés, ils semblent d'ailleurs encore plus abondants dans la fraction $< 0,16$ mm. Par contre, dans les fractions $> 0,33$ mm, on trouve des minéraux blanchâtres altérés différents de ceux rencontrés dans les fractions fines et qui sont ici des feldspaths altérés. La plupart des quartz sont à surface chagrinée, ils sont en général non usés accompagnés de quelques grains émoussés et ronds mats.

St-Paul-les-Dax (B 106) : la partie sableuse est formée de quartz, de schistes, de grès, de quartzites, accompagnés de très rares silex, de quelques feldspaths et de minéraux blanchâtres altérés. Il y a plus de quartz et moins de roches à St-Paul-les-Dax qu'à Megnon.

Dans les fractions $> 0,33$ mm, aux éléments précédents s'ajoutent des micas blancs surtout abondants dans la fraction $< 0,16$ mm. Les quartz sont à surface chagrinée, on en trouve quelques-uns cassés postérieurement au chagrinage. Les grains sont surtout non usés accompagnés de quelques émoussés et ronds mats.

Aire-sur-Adour (B 85) : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de quartzites, de micaschistes accompagnés de minéraux altérés blanchâtres, de micas blancs altérés très rares. Le quartz forme à peu près 30 à 40 % de l'ensemble; les grains sont de deux sortes, limpides ou chagrinés; ils sont en général non usés avec quelques émoussés luisants et ronds mats.

B 26, base : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de quartzites, de micaschistes, de feldspaths et de minéraux altérés blanchâtres, et de très peu de mica blanc. Le quartz forme environ 30 à 40 % de l'ensemble; les grains sont en général limpides avec une proportion moyenne de grains chagrinés; ils sont presque tous non usés avec quelques émoussés luisants, émoussés mats et ronds mats.

B 27, sommet : la partie sableuse est formée des mêmes éléments qu'à la base de la coupe, quartz, grès, quartzites, micaschistes, feldspaths, minéraux altérés blanchâtres, mais le quartz y est plus abondant. La majorité des grains est limpide avec une assez forte proportion de chagrinés; ils sont non usés pour la plupart avec quelques émoussés luisants et émoussés mats.

Candresse V 18, base : la partie sableuse est formée de micas blancs, de micaschistes très abondants, de quartz, de grès, de feldspaths et de minéraux altérés blanchâtres. Les grains de quartz sont tous limpides, en général non usés, avec tout de même une notable proportion de ronds mats.

V 19 : dans ce niveau, les micas blancs et les micaschistes sont aussi très abondants; ils sont accompagnés des mêmes éléments, mais il y a quelques quartz et quartzites roses. Les grains sont, là aussi, tous limpides, non usés en général, mais les grains ronds mats sont plus abondants que dans le niveau précédent.

V 21 : la partie sableuse est formée de quartz, dont quelques-uns sont roses, de quartzites, de grès, de micas très ferrugineux, de micaschistes, de feldspaths, de minéraux altérés blanchâtres. Il y a plus de quartz que dans les niveaux inférieurs. Ils sont non usés pour la plupart avec une proportion notable de ronds mats; certains sont limpides, les autres chagrinés.

V 22, sommet : la partie sableuse est ici essentiellement quartzreuse, quartz incolores, quelquefois roses, quartzites, grès, accompagnés de quelques micaschistes, feldspaths et minéraux altérés blanchâtres. Les quartz sont ronds mats à la taille de 0,700 mm environ, les plus petits sont émoussés luisants, ronds mats et non usés.

Cazères (R 43) : la partie sableuse est formée de quartz, de quartzites, de grès, de micaschistes, de feldspaths, de minéraux altérés blanchâtres et de très rares micas blancs. Le quartz constitue environ 50 à 60 % de l'ensemble. Les grains sont limpides pour la plupart avec une faible proportion de chagrinés; ils sont non usés en général, accompagnés d'émoussés luisants, d'émoussés mats et de quelques ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS.

Megnon (B 108) : quartz, quartzites, schistes. — *St-Paul* (B 106) : quartz, quartzites, grès, schistes. — *Aire* (B 85) : quartz, grès plus ou moins altérés; (B 26) : quartz, grès plus ou moins altérés, quartzites, fragments de roches granitiques le plus souvent indéterminables; (B 27) : quartz, grès, quartzites. — *Cazères* (R 43) : quartzites, granulites.

GALETS.

Megnon (B 108) : quartzites, quartz, grès et quartzites du Trias, schistes quartzeux, roches granitiques. — *Aire* (B 26) : quartzites, granites altérés; (B 27) : quartzites. — *Grenade* (R 44) : gneiss, quartzites, granites, granulites.

CONCLUSION. — Il m'a semblé utile de mettre à nouveau dans le tabl. VI des minéraux lourds les deux prélèvements de Hiis et de Soues qui figurent déjà tabl. II, afin de rapprocher les résultats de l'analyse de ces deux échantillons de ceux des formations étudiées ici. Toutes les alluvions anciennes, sauf celles de Hiis, ont une association minéralogique formée des mêmes minéraux : amphibole, épidote, andalousite. On retrouve cette même association minéralogique dans les alluvions modernes et les éléments du lit actuel. La tourmaline, le grenat et la staurotide sont présents dans tous les gisements avec des teneurs très voisines. Le zircon est plus régulièrement présent dans les alluvions modernes et actuelles que dans les alluvions anciennes.

Les quatre niveaux de la carrière de Candresse sont un peu différents entre eux, les pourcentages d'andalousite montent régulièrement du bas en haut de la coupe. Les fractions légères aussi présentent quelques différences, les micas et les micaschistes sont plus abondants dans les niveaux inférieurs. Les grains ronds mats sont plus abondants à mesure qu'on monte dans la coupe, pour arriver au niveau supérieur à un sable très fortement éolisé et presque entièrement quartzeux.

La composition minéralogique des alluvions de l'Adour semble avoir peu varié depuis la terrasse de 5 m de Soues jusqu'à l'alluvion actuelle de Cazères; les mêmes éléments se retrouvent partout, souvent presque avec les mêmes pourcentages.

Il n'en est pas de même avec l'alluvion ancienne de Hiis qui n'est pratiquement formée que de deux minéraux : amphibole et épidote. Une coupure pétrographique très nette sépare donc cette alluvion de celles plus récentes, et traduit un changement important dans le régime alluvial de l'Adour.

4. Alluvions actuelles du Gave de Pau et des Gaves réunis

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — *Pau* (V 8) : gravière à Laroin en aval de Pau, sur la rive gauche du Gave; sable gris avec graviers. — *Pau* (V 9) : galets du même point. — *Peyrehorade* (R 31) : dragage dans les Gaves réunis; sable gris avec graviers et galets.

FRACTIONS LOURDES (tabl. VII). — Les fractions lourdes sont très semblables pour ces deux échantillons; il y a seulement plus de pigeonite dans les Gaves réunis que dans le Gave de Pau. On y trouve à côté de minéraux transparents, une proportion notable de petits grains de roches vertes.

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Disthène	Andalousite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Teneurs pondérales
Pau	1	+	5		4	23	64	1	2	10,47
Peyrehorade	2		5	1	5	25	49	1	12	7,81

TABLEAU VII. — Fractions lourdes des alluvions actuelles du Gave de Pau et des Gaves réunis.

Le signe + indique < 0,5 %

Comparées aux nappes anciennes des Gaves lourdais, les alluvions actuelles présentent une certaine analogie avec les nappes les plus récentes d'Ossun et de Montaut, l'amphibole et l'épidote y sont toujours très abondantes; mais elles en diffèrent par la présence de la pigeonite qu'on ne rencontre pas dans les alluvions anciennes.

FRACTIONS LÉGÈRES.

Pau (V 8) : la partie sableuse est formée de quartz, quartzites, micaschistes, feldspaths et de rares micas blancs; les roches sont très abondantes. Beaucoup de quartz sont chagrinés; ils sont en général non usés, quelques-uns avec un commencement d'émoussé.

Peyrehorade (R 31) : la partie sableuse est formée de quartz, de grès, de quartzites incolores en général, quelquefois roses ou rouges, de feldspaths, de micaschistes et de quelques silex. Les quartz sont non usés pour la plupart avec quelques ronds mats, certains sont à surface chagrinée.

GRANULES ET GRAVIERS.

Pau (V 8) : galets arrondis de quartzite, de gneiss, de schistes, d'ophites. — *Peyrehorade* (R 31) : petits galets arrondis de quartzites, grès, quartz, granites.

GALETS.

Pau (V 9) : ophites, granites, grès, grès feldspathique, microgabbros serpentinisés. — *Peyrehorade* (R 31) : grès, granites, quartzites rouges.

5. Alluvions anciennes de Saubusse, Saint-Étienne-d'Orthe, Peyrehorade, Oeyregave

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — *Saubusse* (V 28 à 30) : gravière de Bern, carrière à gauche du chemin qui va de Saubusse à St-Geours-de-Maremme; V 29 (sommet) : sable limoneux jaune pâle, souvent aggloméré, passées plus rouges; V 28 (base) : sable jaune pâle avec graviers et petits galets; V 30 : galets de la même carrière. — *Saubusse* (V 32 et 31) : Fontaine-Neuve (fig. 5), carrière à flanc de coteau à l'W de Saubusse entre l'Adour et la voie de chemin de fer. V 32 : sable jaune pâle et gris avec graviers; V 31 : sable jaune pâle plus fin que le précédent avec graviers et petits galets; V 33 : galets de la même carrière. — *St-Étienne-d'Orthe* (B 21 à 23) : coupe de chemin à l'E de la route de Lanne à St-Étienne-d'Orthe; B 23 (sommet) : sable limoneux jaune pâle avec graviers et petits galets; B 21 (base) : sable jaune et gris avec graviers; B 22 : galets du même niveau. — *Peyrehorade* (B 16 à 18 et B 20) : carrière de Peyrot, au N de la route de Peyrehorade à Port-de-Lanne; B 18 (sommet) : sable jaune et gris avec graviers et quelques galets; B 17, séparé de B 18 par un fin cailloutis : sable jaune, parfois aggloméré, avec graviers et galets; B 16 (base) : sable jaune pâle et gris, avec graviers et galets; B 20 même carrière : sable jaune et gris souvent aggloméré avec graviers. — *Oeyregave* (B 15) : coupe de chemin montant sur le coteau au SW d'Oeyregave; sable jaune pâle et gris avec graviers et galets. — *Oeyregave* (B 13 et 14) : coupe de chemin à l'W de la route de Peyrehorade à St-Pée; B 13 : limon jaune et graviers; B 14 : galets du même point.

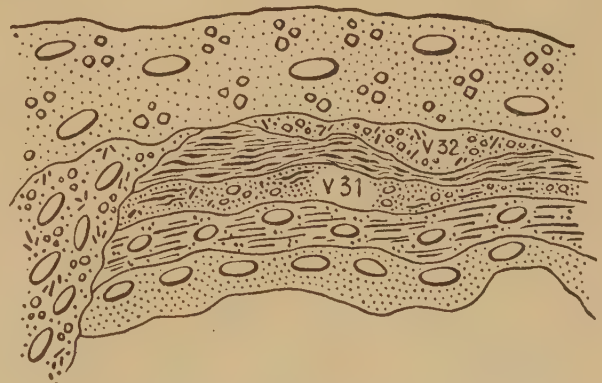


FIG. 5. — Saubusse-Fontaine Neuve.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. VIII).

		Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Topaze	Teneurs pondérales
Saubusse (V 29)	11			8			+	10	+	27			19	23	+	2		+		1,83
— (V 28)	2			5						2			38	45	+	8				3,50
Saubusse (V 32)	1	+	2	1		+		1		4	+	+	51	39		1	+			3,45
— (V 31)	3	1	2	1	+			+		2	1	1	60	29	+				+	1,06
St-Étienne-d'Orthe (B 23)	1	1	2	+					+	3		2	75	16		+				1,82
— (B 21)	+	1	12		+			+		+		1	42	36		8				8,30
Peyrehorade (B 20)	1	+	3					1		1			35	54	+	5		+		3,24
— (B 18)	+	+	6							2			39	53	+					1,84
— (B 17)	2	1	5							+			56	36		+				4,88
— (B 16)	1	1	5							2		1	51	39		+				3,90
Oeyregave (B 15)	1	1	4					+		1		1	57	35		+				3,58
Oeyregave (B 13)	1	2	5	1	+	+				2		+	56	26	+	7		+		2,06

TABLEAU VIII. — Fractions lourdes des alluvions anciennes d'Oeyregave à Saubusse.

Le signe + indique < 0,5 %

FRACTIONS LÉGÈRES.

Saubusse, gravière de Bern. B 28 : la partie sableuse est surtout quartzeuse; quartz incolores en général, accompagnés de quelques quartz jaunes, de quartz, grès et quartzites roses, de feldspaths à divers stades d'altération, de micaschistes, de silex. Les micaschistes de nuance gris clair à gris foncé sont plus abondants dans les fractions granulométriques < 0,50 mm. Les grains sont non usés en général, avec une forte proportion (25 à 30 % environ) de grains ronds mats et quelques grains de transition.

B 29 : la partie sableuse est essentiellement du quartz avec quelques quartzites et grès incolores et roses, feldspaths altérés et de très rares petits grains de roches grisâtres ou noires, micaschistes semble-t-il. Il y a plus de feldspaths et de roches dans la fraction granulométrique < 0,16 mm. La morphoscopie des quartz est nettement différente de celle du niveau inférieur de la carrière : non usés 10 %, émoussés 5 % et ronds mats 85 %.

Saubusse, Fontaine-Neuve. V 31 : la partie sableuse est surtout quartzeuse : quartz, quartzites, grès incolores et roses. Les grains roses semblent plus abondants qu'en V 28, de même que les micaschistes. Il y a un peu de mica blanc. Les feldspaths sont là aussi à divers stades d'altération. Les quartz sont non usés dans la fraction < 0,70 mm; les ronds mats sont seulement présents entre 1 mm et 0,70 mm.

V 32 : la partie sableuse est, comme dans le niveau précédent, surtout quartzeuse : quartz, quartzites, grès. Les grains roses sont assez abondants de même que les micaschistes. Les feldspaths sont plutôt rares et toujours à divers stades d'altération. Les quartz sont non usés avec une assez forte proportion de ronds mats.

A Saubusse, le chagrinage des grains de quartz, présent semble-t-il sur certains grains, est difficile à reconnaître car il y a une grande proportion de grains présentant un commencement d'émoussé, ce qui masque le picoté du chagrinage.

St-Étienne-d'Orthe. B 21 : la partie sableuse est formée de 50 à 60 % d'éléments quartzeux : quartz surtout, grès (quelques-uns roses), quartzites, d'une forte proportion de micaschistes gris foncé à gris clair, de feldspaths, de quelques mica blancs imprégnés de fer, de rares silex, et de minéraux et roches altérés indéterminables. Les quartz sont assez fréquemment à surface chagrinée, le plus souvent cassés postérieure-

ment, ce sont des grains non usés accompagnés de quelques ronds mats. Les fractions granulométriques $< 0,33$ mm ont moins de micaschistes mais plus de minéraux imprégnés de fer.

B 23 : la partie sableuse est de même composition qualitative que la base de la coupe, mais avec une plus grande proportion de quartz. Il y a plus de grains chagrinés et sans doute aussi plus de ronds mats et de grains de transition.

Peyrehorade. B 16 : la partie sableuse est formée de quartz, environ 60 à 70 %, accompagnés de grès et de quartzites le plus souvent roses, d'une assez forte proportion de micaschistes, de quelques feldspaths, de minéraux et roches altérés. De nombreux grains sont imprégnés de fer. Les quartz sont souvent chagrinés, la plupart non usés accompagnés de 2 à 3 % de ronds mats. Dans les fractions granulométriques $< 0,33$ mm, on rencontre une plus forte proportion de minéraux imprégnés de fer et des micas blancs, eux aussi très ferrugineux.

B 17 : la partie sableuse semble, elle aussi, identique à celle du niveau inférieur, mais il y a très peu de minéraux imprégnés de fer et sans doute plus de grains à surface chagrinée.

B 18 : la partie sableuse est, elle aussi, formée des mêmes éléments, et, comme dans B 17, a très peu de minéraux imprégnés de fer; les grains chagrinés semblent encore plus abondants que dans le niveau précédent. Dans la fraction granulométrique $< 0,16$ mm, il y a très peu de micaschistes et une très forte proportion de minéraux blanchâtres altérés indéterminables.

B 20 : la partie sableuse de ce niveau est tout à fait identique à celle du niveau B 16; il y a une forte proportion de minéraux imprégnés de fer, surtout dans les fractions granulométriques les plus fines, elles ont sans doute un peu moins de micaschistes.

Oeyregave. B 15 : la partie sableuse est formée, là encore, des mêmes éléments; quartz surtout, avec une forte proportion de micaschistes, des grès, des quartzites souvent roses, des silex, du mica blanc, des feldspaths altérés et de petits fragments de roches granitiques encore reconnaissables. Les micas sont le plus souvent imprégnés de fer. Les quartz sont non usés en général et à surface chagrinée; très rares formes bipyramidées à prisme court.

B 13 : la partie sableuse est constituée par environ 50 % de quartz, les roches granitiques et les micaschistes sont abondants; on trouve aussi des grès, des quartzites le plus souvent roses, des silex, du mica blanc, des feldspaths en général altérés. Les quartz sont non usés avec peut-être moins de grains chagrinés que dans les autres gisements; ils sont d'ailleurs souvent cassés postérieurement au chagrinage.

GRANULES ET GRAVIERS.

Saubusse V 28 : petits galets arrondis de quartz, quartzites, grès, roches granitiques altérées; V 31 et 32 : petits galets arrondis de quartz, quartzites et roches granitiques altérées. — *St-Etienne-d'Orthe* B 21 et 23 : petits galets arrondis de quartz, quartzites, grès et roches granitiques altérées, le plus souvent imprégnées de fer dans B 23. — *Peyrehorade* B 16 et 17 : petits galets arrondis de grès plus ou moins altérés, quartzites, roches granitiques altérées; B 18 : quartzites, grès et roches granitiques altérées; B 20 : quartz, quartzites, grès, roches granitiques altérées. — *Oeyregave* B 15 : grès, quartzites, roches granitiques altérées; B 13 : quartzites, grès, roches granitiques altérées dans lesquelles il est parfois possible de reconnaître soit du mica blanc, soit de la chlorite ou de l'amphibole.

GALETS.

Saubusse V 30 : granites, quartzites; V 33 : aplites, granites, grès roses et gris-vert. *St-Etienne-d'Orthe* : B 21 : granites, grès; B 23 : quartzites, roches granitiques altérées. — *Peyrehorade* B 16 : quartzites, grès roses, roches granitiques altérées; B 17 : quartzites, grès, granites à mica noir, roches vertes altérées; B 18 : quartzites, roches vertes altérées. — *Oeyregave* B 15 : quartzites, quartz, roches granitiques altérées; B 14 : roches granitiques altérées, schistes, trachy-andésites quartziques.

CONCLUSION. — La composition minéralogique (minéraux lourds) de tous les échantillons, sauf Saubusse (V 29), est très homogène. Les minéraux légers sont qualitativement les mêmes, les proportions de roches seules peuvent un peu changer. Les sables sont plus quartzueux à Saubusse, de même que dans les niveaux supérieurs de la coupe de St-Etienne-d'Orthe et de Peyrehorade. Les galets sont de même nature dans tous les échantillons.

Les alluvions anciennes étudiées dans ce chapitre sont attribuées par la carte géologique à plusieurs fleuves. Les échantillons de la région de Saubusse sont marqués sur la deuxième édition de la feuille d'Orthez : Bern a^{1a}, Fontaine-Neuve a^{1b}, ces alluvions sont considérées comme terrasses de l'Adour; et sur la première édition : Bern p¹, et Fontaine-Neuve a^{1b}. Les alluvions entre Orist et Peyrehorade sont marquées a^{1a} et attribuées par Maury au Gave de Pau. Oeyregave, B 15 est marqué a^{1a}, et B 13 a^{1b}.

Les premiers échantillons de cette série que j'ai étudiés, ceux de Saubusse, ont été récoltés en 1947. Dès l'examen de la fraction lourde, la même année, je me suis aperçue qu'il était difficile de les attribuer à l'Adour. Les alluvions anciennes de l'Adour (tabl II et VI), celles de Hiis tout d'abord, sont composées essentiellement d'amphibole et d'épidote; celles de Soues, Megnon, St-Paul-les-Dax et Candresse sont plus variées comme composition minéralogique, mais elles ont une proportion d'andalousite beaucoup plus forte que les échantillons de Saubusse. D'autre part, la teneur en pigeonite de la base de la gravière de Bern me semblait aussi trop élevée pour être attribuée à l'Adour.

Ces alluvions ne pouvaient donc appartenir qu'à un fleuve faisant partie d'un réseau hydrographique différent du réseau actuel et antérieur à la capture de l'Adour par les Gaves.

Maury a attribué au Gave de Pau les alluvions anciennes situées entre la rive gauche de l'Adour et le Bec du Gave. Taillefer [1951], plus récemment, attribue la nappe de St-Étienne-d'Orthe à un Gave d'Oloron qui rejoignait alors l'Adour au SW de Dax.

Mais les alluvions anciennes du Gave de Pontacq (nappe d'Espoey), de même que celles de l'Adour, sont formées d'amphibole et d'épidote, pratiquement sans pigeonite; même le Gave de Pau actuel, à Laroin, n'en contient que 2 %; il faut atteindre Peyrehorade, en aval du confluent des Gaves, pour que le pourcentage monte brusquement. Il n'était donc pas possible non plus de relier les alluvions de Saubusse à une nappe ancienne du Gave de Pau; il semblait donc que ces alluvions anciennes de Saubusse ne pouvaient être que les témoins d'un ancien cours du Gave d'Oloron.

Pour en avoir confirmation, il me restait à prendre des échantillons entre l'Adour et St-Étienne-d'Orthe et au S de Peyrehorade, afin de retrouver la nappe plus en amont. Mais avant de retourner sur le terrain pour prélever ces échantillons, j'ai soumis cette hypothèse à M. Bourcart qui m'a alors remis un rapport inédit qu'il avait établi pour un projet d'alimentation en eau potable de la commune de Saubusse et dans lequel il arrivait aux mêmes conclusions en comparant le tracé du fleuve avec la position des terrasses.

L'étude pétrographique (minéraux lourds, minéraux légers et galets) a montré l'homogénéité de tous ces échantillons d'Oeyregave à Saubusse et, je crois, justifie l'hypothèse que j'avais émise dès le début. Toutes ces formations sont des alluvions du Gave d'Oloron à l'exception toutefois de l'échantillon de Saubusse (V 29), niveau supérieur de la gravière de Bern, qui est un sable de couverture à forte proportion de grains éolisés et différent aussi par sa fraction lourde, il y a plus de tourmaline, d'andalousite, de staurotide et moins d'épidote.

Ces formations n'appartiennent peut-être pas toutes à la même nappe alluviale, les échantillons d'Oeyregave semblent plus frais, les roches granitiques sont moins altérées.

Le Gave d'Oloron, au moment du dépôt de ces alluvions, antérieurement à la capture de l'Adour par les Gaves, suivait une direction SE-NW, qui est la même que celle des autres fleuves des Pyrénées occidentales. Mais le matériel semble moins ancien, puisqu'on retrouve encore avec les galets de grès et de quartzite, des roches granitiques et des roches vertes altérées qu'on ne peut déterminer avec précision mais dont on peut encore reconnaître la nature. Dans les alluvions faisant suite à la nappe de Palengat (chap. II, 2), seuls les quartzites et les grès ont subsisté.

6. Alluvions anciennes du bassin de la Nive

La Nive est formée de trois cours d'eau : le Lauribar, la Nive de Béhérobie ou grande Nive, et la Nive d'Arnéguy ou petite Nive, qui se réunissent en aval de St-Jean-Pied-de-Port. Nous étudierons successivement : le Lauribar et les Nives de Béhérobie et d'Arnéguy; les terrasses de la Nive d'Itxassou à Biarritz, enfin les carrières de Soustons.

Lauribar, Nive de Béhérobie, Nive d'Arnéguy

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — *Lauribar* : St-Jean-le-Vieux (R 84 et 86); R 84 : talus à gauche sur la route de Belesponda; limon sableux jaune à galets; R 86 : talus à gauche sur la route de St-Palais; limon sableux rouge à galets. — *Nives de Béhérobie et d'Arnéguy* (R 90, 92 et 94); R 94 : Nive de Béhérobie, talus à droite sur la route de St-Michel; limon sableux jaune à galets; R 90 : Nive d'Arnéguy, talus à gauche sur la route d'Arnéguy; limon sableux jaune à galets; R 92 : sans doute mélange des deux Nives, talus à gauche sur la même route; limon sableux jaune sans galets.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. IX). — *Lauribar* (R 84 et 86) : qualitativement, la fraction lourde de ces deux échantillons est la même, seules les proportions varient : l'un a plus de rutile (R 84), l'autre (R 86) plus de pigeonite et d'épidote.

			Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Teneurs pondérales
Lauribar	St-Jean-le-Vieux (R 84)		37	16		27	4			10	+		6	0,24
	— (R 86)		27	17		11	5	+		23		+	15	0,46
Nives	St-Jean-Pied-de-Port (R 94)		1		+	+	2			19	4		74	2,06
	— (R 92)		2	1		1			+	49	27		20	5,53
	— (R 90)		1			1			1	1	7	1	88	1,06

TABLEAU. IX. — Fractions lourdes du Lauribar et des Nives de Béhérobie et d'Arnéguy.

Le signe + indique < 0,5 %

Nives de Béhérobie et d'Arnéguy (R 90, 92 et 94) : ces trois alluvions ont qualitativement la même association minéralogique. L'échantillon R 92 est un peu différent : il y a plus d'amphibole et surtout d'épidote. L'alluvion R 90, très riche en pigeonite, surmonte un pointement d'ophite altérée.

FRACTIONS LÉGÈRES.

Lauribar. R 84 : la partie sableuse est essentiellement du quartz, accompagné de grès, de quartzites, de rares silex. Tous les quartz, grès et quartzites sont roses, à l'exception de quelques rares grès gris et silex; tous les grains sont à surface chagrinée; sur un morceau de grès rose, les grains de quartz sont chagrinés également. On trouve aussi quelques quartz bipyramidés avec prisme allongé; la plupart des grains sont non usés avec une notable proportion montrant un commencement d'émoussé mat. On trouve quelques micas blancs dans les fractions fines, entre 0,30 et 0,05 mm.

R 86 : la partie sableuse est comme dans R 84 principalement du quartz rose avec quelques roches : grès, quartzites roses également, des silex rares et des grès gris peu abondants. Tous les quartz sont à surface chagrinée, la plupart non usés, avec une notable proportion de grains montrant un commencement d'émoussé mat. Quelques micas blancs également dans les fractions plus fines.

Nives de Béhérobie et d'Arnéguy. R 94 : la partie sableuse est composée de quartz, grès, quartzites, accompagnés de quelques schistes, de rares feldspaths et de très rares minéraux altérés. Les quartz et les quartzites sont le plus souvent roses; la plupart des grains sont chagrinés, les grains limpides sont très rares. Les quartz sont plutôt non usés avec néanmoins une proportion notable d'émoussés mats et quelques ronds mats.

R 92 : la partie sableuse est composée surtout de quartz accompagnés d'une forte proportion de roches : quartzites, grès, schistes, roches vertes, de minéraux altérés et de quelques silex. Les quartz bipyramidés sont abondants avec des prismes plus ou moins longs, mais jamais sans prisme. Certains à longs prismes avec une seule pyramide sont limpides, les cristaux bipyramidés à prismes plus courts sont souvent chagrinés. Parmi les quartz à forme cristalline, on trouve une assez forte proportion de cristaux roses. Les prismes jumeaux sont assez fréquents. Les quartz sans forme cristallographique sont presque tous à surface chagrinée. Les grains sont, en général, non usés, avec quelques émoussés mats.

R 90 : la partie sableuse est composée d'une forte proportion de schistes accompagnés de quartz surtout incolores, de micaschistes, de quartzites et de grès. Les quartz sont pour la plupart à surface chagrinée; ils sont en général non usés avec quelques émoussés mats.

GRANULES ET GRAVIERS.

Lauribar R 84 : grès roses ou rouges, quartzites, quartz de filon quelques grès gris, très rares silex; R 86 : grès roses ou rouges, quartzites, rares silex, grès gris plus abondants que dans R 84. — *Nives de Béhérobie et d'Arnéguy* R 94 : grès et quartzites roses en général et quelques schistes; R 92 : fraction peu abondante, grès le plus souvent altérés, quartzites roses ou incolores, schistes, silex, petits fragments de roches vertes; R 90 : schistes avec quelques rares grès et quartzites.

GALETS.

Lauribar R 84 et 86 : grès roses plus ou moins foncés, grès gris, quartzites, grès à altération ferrugineuse, grès micacés, quartzites à altération ferrugineuse. — *Nives de Béhérobie et d'Arnéguy* R 94 : grès roses, quartzites roses en général (tous deux le plus souvent altérés), roches à altération ferrugineuse; R 90 : quartzites incolores ou gris, schistes tous deux en général altérés.

CONCLUSION. — LAURIBAR. Les ophites et les grès du Trias étant abondants dans le bassin du Lauribar et des Nives, j'en ai étudié quelques échantillons (voir chap. IV).

L'ophite d'Iriberry près de St-Jean-le-Vieux (R 85) contient principalement de la pigeonite, de l'épidote et très peu d'amphibole pour la fraction lourde; la fraction légère est du feldspath altéré. Les galets friables de grès ont donné les résultats suivants : pour la fraction lourde, tourmaline accompagnée de rutile et de zircon; pour la fraction légère, du quartz rose avec quelques micas blancs.

Il semble que l'alluvion ancienne du Lauribar est constituée par les minéraux des deux formations : ophites et grès du Trias. Les grès fournissent la tourmaline, le rutile, l'anatase sans doute, et le zircon; l'ophite, la pigeonite et l'épidote. La contribution plus ou moins grande de l'une ou l'autre de ces roches déterminant les variations de la composition minéralogique lourde de ces deux échantillons.

La fraction légère est constituée seulement par du quartz, des grès et des quartzites, sans feldspath, et un peu de mica blanc dans les fractions les plus fines; ce qui supposerait que les grès à grains fins sont micacés. On trouve des quartz bipyramidés à prisme allongé à St-Jean-le-Vieux (R 84).

NIVES DE BÉHÉROBIE ET D'ARNÉGUY. Les roches vertes semblent être à peu près les seules à avoir fourni les éléments lourds de ces alluvions, bien qu'elles paraissent un peu différentes, les unes avec prédominance de pigeonite, les autres surtout à amphiboles.

Une plus grande variété de roches a contribué à la formation des fractions légères, celles-ci sont assez différentes dans les trois échantillons.

L'alluvion ancienne de la Nive de Béhérobie (R 94) est formée surtout de pigeonite, d'épidote et d'un peu d'amphibole, avec une fraction légère essentiellement quartzeuse et de rares schistes. L'alluvion R 92 a surtout de l'épidote et une proportion sensiblement égale d'amphibole et de pigeonite, accompagnées de quartz à formes cristallographiques abondants et d'une proportion notable de roches : quartzites, grès, schistes et roches vertes. Les formations triasiques, grès et quartzites, semblent avoir fourni une contribution importante à la fraction légère de ces deux alluvions.

L'alluvion de la Nive d'Arnéguy (R 90) qui surmonte un pointement d'ophite altérée est entièrement tributaire de cette dernière pour sa fraction lourde, mais emprunte aux schistes que le ruisseau traverse dans son haut cours la presque totalité de sa fraction légère.

Terrasses de la Nive d'Ixassou à Biarritz et alluvion actuelle

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — Biarritz (V 90 et 92, B 51) (fig. 6 A) : coupe de la carrière Pitcho, près de l'aérodrome de Parme; V 90 : limon sableux jaune avec galets; V 92 : limon un peu plus sableux, jaune plus foncé avec galets; B 51 : sable jaune avec graviers et galets et très peu de limon. — Bidart (R 12) : falaise de la plage de Bidart; sable jaune foncé avec petits graviers à la base de la coupe de la carrière de la chapelle de la Madeleine. Dans une carrière près de la chapelle, on retrouve la même coupe que dans la carrière de Pitcho. Au sommet, limons et galets; au-dessous, graviers et sable. Je n'ai pas pris d'échantillon dans la carrière de la Madeleine, mais je crois, vu la succession identique des formations, qu'il est possible de placer l'échantillon de Bidart R 12 à la base de la carrière de Pitcho. — Bidart (B 52) : talus droit de la route vers St-Jean-de-Luz; limon sableux jaune avec graviers et petits galets. — Biarritz (B 49) (fig. 6 B) : aérodrome de Parme; limon sableux blanc avec galets. Les galets sont très abondants, il y a peu de limon. Cette formation est surmontée de terre végétale avec galets. Les galets de grès roses sont intacts dans B 49, mais se délitent dans la formation supérieure. Sur cette partie du plateau, toutes les coupes semblent identiques : au sommet, galets et limon plus ou moins sableux; dans les coupes plus profondes, au-dessous de cet ensemble, graviers et sables. — Hérauritz (B 86) : à 400 m au NE du château; limon grisâtre avec galets; (B 87) : rebord de la terrasse au SE du village; limon sableux avec galets; (B 88) : sur le plateau au SW d'Hérauritz; limon sableux jaune avec galets. — Biarritz (B 10 et 12) : au N de la pointe St-Martin, talus d'un petit chemin conduisant au sommet de la falaise; B 10 : limon sableux blanc avec galets à facettes. — Anglet (V 73); talus à gauche de la route de Bayonne à Anglet-Cinq-Cantons; limon sableux jaune avec galets. — Ixassou (V 2) : coupe d'un petit chemin sur la rive gauche de la Nive; limon sableux jaune avec galets; (R 32) : sable pris dans le lit du fleuve, rive gauche; sable avec galets.

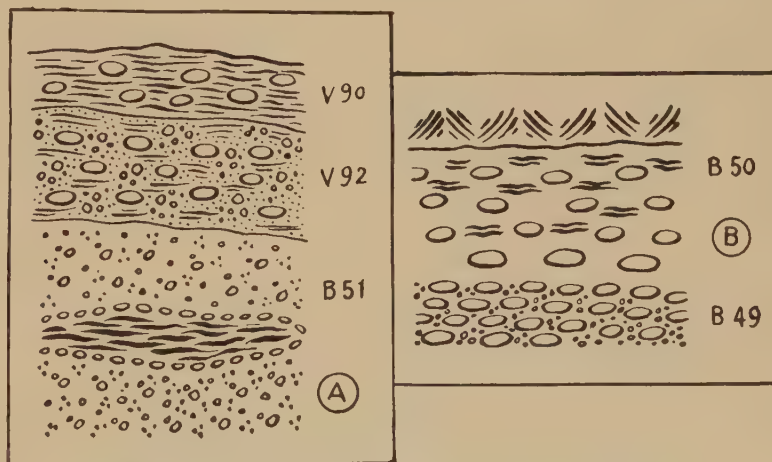


Fig. 6. — A : Carrière Pitcho. — B : Aérodrome de Parme.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. X). — La composition minéralogique qualitative est identique dans tous les échantillons, elle diffère beaucoup quantitativement. Dans la coupe de Biarritz-Bidart, les pourcentages d'andalousite sont très variables, et le sommet de la carrière Pitcho est seul à avoir de l'amphibole, et, en outre, beaucoup plus d'épidote que les autres niveaux. Biarritz (B 10) et Anglet (V 73) sont très voisins comme composition.

		Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Corindon	Monazite	Topaze	Diallage	Teneurs pondérales
Biarritz	(V 90).....	25	16	1	11	1			3	+	13	2	+	14	11	+	3					0,11
—	(V 92).....	45	24		12	7			4		3	4		1								0,13
—	(B 51).....	52	20	+	10	6			1		11	+						+		+		0,14
Bidart	(R 12).....	30	20	1	4	1	1		5	1	31			5			1					0,46
—	(B 52).....	33	5	+	2	+			11	1	38	+		8	+	+	2	+				0,16
Biarritz	(B 49).....	46	25	+	7	4	+		5	+	5	5		1	+	1	1		+			0,24
Héauritz	(B 88).....	3	1		3		1		+		+	1		5	2	+	84					0,40
—	(B 87).....	9	4	4	2	1			3			2		20	2	6	47					0,45
—	(B 86).....	16	22	3	7	2			4	+	4	4	+	22	4	1	11	+				0,36
Biarritz	(B 10).....	11	8	3	2	1			4	1	10	+	1	22	31	1	5		+		+	0,46
Anglet	(V 73).....	10	4	2	5			1	6		13	1	1	33	16		8					0,44
Itxassou	(V 2).....	8	3	3	2	2			2		1	8	2	18	8		43					0,57
Itxassou	(R 32).....	4	5	7	1	1			1		+	1		6	2	4	67			1		3,21

TABLEAU X — Fractions lourdes des terrasses de la Nive d'Itxassou à Biarritz et des alluvions actuelles.

Le signe + indique < 0,5 %

Nous reviendrons sur ces divergences et ces analogies qui ne peuvent être expliquées par la fraction lourde seule.

FRACTIONS LÉGÈRES.

Biarritz V 90 : la partie sableuse est surtout quartzeuse : quartz incolores, quartzites, rares grès roses, accompagnés d'une assez forte proportion de minéraux altérés parmi lesquels quelques feldspaths et de très rares micaschistes gris et micas blancs jaunâtres. Tous les quartz sont à surface chagrinée; la plupart des grains sont non usés avec une assez forte proportion de grains ronds mats et émoussés luisants.

V 92 : la partie sableuse est essentiellement du quartz, incolore, jaune ou rose, avec de très rares micaschistes gris et micas blancs, quelques grès, quartzites et grains altérés. Tous les quartz sont à surface chagrinée, non usés, avec quelques grains émoussés. On rencontre quelques quartz bipyramidés avec un prisme allongé, chagrinés; quelques-uns aussi, limpides avec une seule pyramide. Il semble que les mica-schistes et les grains altérés soient un peu plus abondants dans la fraction granulométrique < 0,50 mm.

B 51 : la partie sableuse est entièrement quartzeuse dans la fraction granulométrique > 0,50 mm : quartzites, quartz, grès dont quelques-uns roses. Les grains arrondis sont abondants, le plus souvent cassés postérieurement, de même que pour les grains chagrinés qui constituent à peu près l'ensemble de la fraction. La fraction < 0,50 mm est aussi quartzeuse, mais accompagnée de quelques schistes gris et de très rares micas blancs et grains altérés. On rencontre quelques quartz pyramidés à prisme long.

Bidart R 12 : de même que dans le niveau précédent, la fraction granulométrique > 0,50 mm est entièrement quartzeuse : quartz et quartzites incolores, la plupart des grains sont chagrinés; en général émoussés ou arrondis et souvent cassés postérieurement. Dans la fraction plus fine s'ajoutent quelques schistes de nuance claire, quelques minéraux altérés, et, *ce qui donne sa caractéristique à cette fraction granulométrique,*

une proportion importante de quartz rose foncé. Les grains sont chagrinés en général, plutôt émoussés, associés à une notable proportion de grains limpides, ceux-ci plus aigus.

R 52 : la partie sableuse est formée de quartz, de quartzites, de grès incolores en général accompagnés de quelques grès roses et de très rares micaschistes. Les grains sont arrondis et émoussés, avec une notable proportion de non usés; ils sont en général à surface chagrinée avec un pourcentage assez important de grains limpides, ceux-ci plutôt non usés.

Biarritz B 49 : la partie sableuse est formée principalement de quartz et de grès incolores et roses, ces derniers abondants, accompagnés de quartzites et de très rares micas blancs et micaschistes gris clairs. Les quartz sont habituellement chagrinés, plutôt non usés avec cependant une faible proportion de grains arrondis.

Héauritz B 88 : la partie sableuse est formée surtout de quartz et de grès incolores et roses et de micaschistes peu abondants. Dans les fractions granulométriques $< 0,50$ mm, on trouve du mica blanc et les micaschistes sont plus abondants. La plupart des quartz sont chagrinés, les grains sont non usés en général.

B 87 : la partie sableuse est formée principalement de quartz, grès et quartzites incolores et roses, avec quelques silex et micaschistes plus abondants que dans l'échantillon précédent. La plupart des quartz sont chagrinés, non usés en général, avec quelques grains arrondis.

B 86 : la partie sableuse est surtout quartzreuse : quartz, quartzites et grès incolores et roses accompagnés de rares micaschistes. Les quartz sont non usés avec quelques grains arrondis.

Biarritz B 10 : la partie sableuse est surtout du quartz incolore; les grains roses sont rares, avec quelques quartzites et grès et de très rares micaschistes gris clair et grains altérés. Beaucoup de quartz sont émoussés ou ronds mats; il y a peu de non usés. Certains grains sont chagrinés, mais le picotis du chagrinage est difficile à apprécier sur les grains ronds mats.

Anglet V 73 : la partie sableuse est formée de quartz incolores et roses, de grès, roses en général, de quartzites accompagnés de quelques micas blancs et micaschistes et de très rares silex. Les grains sont émoussés luisants et ronds mats. Le chagrinage est ici pratiquement impossible à déceler sur les ronds mats.

Itxassou V 2 : la partie sableuse est ici principalement composée de quartz surtout roses et d'une notable proportion de micaschistes accompagnés de quartzites, grès, micas blancs et silex. On trouve des quartz pyramidés à long prisme. La plupart des grains sont chagrinés. Les quartz sont plutôt non usés avec une assez forte proportion d'émoussés mats et quelques émoussés luisants.

R 32 : la partie sableuse est formée surtout de quartz, de quartzites, de grès souvent roses, de micaschistes assez abondants, de quelques micas blancs et feldspaths plus ou moins altérés. On rencontre quelques quartz bipyramidés à long prisme. La majorité des quartz est non usée avec une notable proportion de grains arrondis. Tous les grains sont arrondis, même ceux qui sont à surface chagrinée.

GRANULES ET GRAVIERS.

Biarritz V 90 : quartz surtout, grès incolores et roses, très rares schistes; V 92 : quartzites, grès incolores et roses, certains entièrement ferrugineux; B 51 : quartz, quartzites, grès triasiques, quelques grès ferrugineux. — Bidart R 12 : fraction peu abondante, quartz et quartzites; R 52 : quartzites, quartz, grès plus ou moins altérés. — Biarritz B 49 : grès, grès micacés, grès roses, quartzites. — Héauritz B 88 : quartz, quartzites, grès incolores et roses, peu de micaschistes; B 87 : quartz, grès et quartzites incolores et roses; B 86 : grès et quartzites incolores et roses. — Biarritz B 10 : quartzites, grès, quelques quartz. — Anglet V 73 : quartzites, grès incolores et roses, très rares silex. — Itxassou V 2 : quartz, quartzites roses et incolores, grès roses, schistes (env. 50 %); R 32 : grès roses, quartzites, micaschistes, roches granitiques plus ou moins altérées.

GALETS.

Biarritz V 90 : quartzites, roches micacées, altérées indéterminables; V 92 : quartzites, grès triasiques altérés, roches à altération ferrugineuse; B 51 : quartzites, roches altérées indéterminables; B 49 : quartzites et grès en général incolores, quelques grès roses altérés. — Héauritz B 88 : quartzites blancs et gris, quelques grès roses, poudingues; B 87 : quartzites gris et roses, quelques grès roses altérés en général; B 86 : quartzites incolores et roses, grès, assez forte proportion de grès roses, schistes souvent altérés. — Biarritz B 10 : quartzites incolores, grès altérés; B 12 : quartzites, grès incolores et roses. — Anglet V 73 : quartzites incolores et gris. — Itxassou V 2 : grès roses, quartzites gris; R 32 : quartzites.

CONCLUSION. — Ces sables et limons à galets de la région Bidart-Biarritz-Anglet avaient été attribués sur l'ancienne carte de Bayonne à la formation *ap* (Sable des Landes). Puis Répelin,

étudiant les formations tertiaires et quaternaires pour la nouvelle carte, ne voit pas la possibilité de séparer en deux formations les dépôts détritiques de la rive droite et de la rive gauche de l'Adour; et, ne retenant pas la suggestion de P. Viennot d'après laquelle la formation caillouteuse du petit plateau de la Serrade représenterait une terrasse de l'Adour, il place tous ces dépôts caillouteux dans le Miocène supérieur. Entre temps, Passemard [1924], dans sa thèse sur les « Stations paléolithiques du Pays basque et leurs relations avec les terrasses d'alluvions », les avait attribués aux terrasses successives de la Nive. Yves Deler [1932], se fondant aussi sur l'altitude des plateaux de Biarritz (70 m) et de Guéthary (76 m), émettait l'hypothèse que ces formations pouvaient être les témoins d'un premier cycle quaternaire en liaison avec la nappe alluviale de 80 - 95 m de la Nive, et ceci successivement pour toutes les terrasses. Puis, étudiant le dépôt de cailloutis blanchâtre de la Pointe St-Martin (25 m), il lui semblait possible de l'attribuer à un dépôt d'estuaire. Plus récemment, P. Lamare [1950] n'est pas certain que les divisions établies sur la carte géologique de Bayonne (2^e éd.) entre les « graviers supérieurs du Miocène », le « Sable des Landes » et les « alluvions anciennes » réparties en trois terrasses, doivent être maintenues, attendu que le « Sable des Landes » présente la même composition que les graviers du Miocène et les hautes terrasses d'Ustarritz.

Aucune étude pétrographique n'avait encore été faite des sables et des limons de ces dépôts dans la région Bidart-Biarritz-Anglet, qui avaient été classés uniquement d'après leur altitude; avec les résultats de l'analyse minéralogique on peut tenter de montrer comment se répartissent ces différentes nappes alluviales.

L'examen du tableau des minéraux lourds permet de classer tous ces échantillons en plusieurs groupes, caractérisés chacun par une association minéralogique différente.

Les échantillons de *Biarritz-Bidart* par l'association minéralogique : tourmaline, zircon, andalousite. Ceux d'*Héauritz* par : épidote, pigeonite. *Biarritz* (B 10)-*Anglet* (V 73) par l'association minéralogique : épidote, amphibole, avec une proportion notable d'andalousite et de tourmaline. *Itxassou* par l'association minéralogique : pigeonite, épidote, et une proportion non négligeable d'amphibole, de tourmaline et de sillimanite.

NAPPE DE BIARRITZ-BIDART. — Les dépôts de la carrière Pitcho, de l'aérodrome de Parme et de Bidart appartiennent bien à un même ensemble sédimentaire; leurs variations minéralogiques lourdes et légères sont en rapport avec la plus ou moins grande contribution d'une formation au détriment d'une autre; elles restent dans les limites des variations habituelles d'un ensemble sédimentaire. A la base de la coupe de Pitcho, les formations sont plus sableuses pour devenir limoneuses avec galets dans les niveaux supérieurs. Au sommet, la proportion plus grande d'amphibole et la présence de feldspaths altérés supposerait la contribution de granites à amphiboles ou de gneiss à plagioclases et à amphiboles (Labourd).

Quelle est l'origine de cette nappe alluviale? Il semble bien que le Lauribar a pu fournir, seul, le matériel à l'exclusion des Nives d'Arnéguy et de Béhérobie, dont les compositions sont très différentes. On peut aussi envisager que ces deux petites Nives ont eu la possibilité, elles aussi, de fournir le même matériel que le Lauribar, avant que les ophites n'aient été atteintes par l'érosion, les grès du Trias restant alors dans l'ensemble la source principale du matériel. Dans ce cas, je n'ai pas retrouvé à St-Jean-Pied-de-Port des témoins de ce cycle.

Les minéraux de métamorphisme, grenat, staurotide, disthène, andalousite, sillimanite, peuvent-ils être fournis par le massif du Labourd que la Nive traverse dans la région d'Itxassou?

Les divers travaux sur le Labourd donnent des renseignements précieux sur la pétrographie de ce massif cristallin.

Le grenat est fréquent dans plusieurs variétés de gneiss et dans les schistes. La staurotide se rencontre dans ces mêmes schistes et dans ceux qui se trouvent au contact de la série crétacée aux environs d'Hasparren. Le disthène n'a pas été signalé par les auteurs, mais il est très peu abondant dans ces alluvions, et doit certainement se rencontrer dans quelques variétés de gneiss. La sillimanite est un des minéraux principaux des gneiss et des micaschistes. L'andalousite n'a été trouvée par Viennot et Yang Kieh [1928] que dans un seul type de gneiss et peu abondamment dans les schistes cristallins signalés plus haut, alors qu'elle est parmi les minéraux les plus abondants de ces alluvions. Il faut envisager, soit qu'elle est plus abondante qu'il n'a semblé à ces auteurs qui ont étudié les roches en plaques minces où les minéraux lourds n'apparaissent toujours qu'en faible proportion, soit que cette ancienne Nive a traversé et érodé un terrain métamorphique dont il ne reste plus de témoin actuellement.

La série du Labourd, par la variété de sa composition minéralogique, a donc pu fournir les minéraux de métamorphisme de cette terrasse de la Nive.

NAPPE D'HÉRAURITZ. — Les alluvions d'Héauritz sont tout à fait différentes minéralogiquement des alluvions précédentes, la pigeonite et l'épidote sont abondantes; l'augite et l'amphibole sont toujours présentes; il y a peu ou pas d'andalousite; la tourmaline, le zircon et le rutile sont peu fréquents. Le Lauribar ne paraît pas pouvoir être la source des matériaux de cette nappe, sa composition minéralogique quantitative est trop différente. Il semble devenu un ruisseau tranquille dont les eaux ne transportent plus les sédiments à longue distance. Par contre, les Nives de Béhérobie et d'Arnéguy, sans doute à régime torrentiel, sont susceptibles de fournir la majeure partie des sédiments de cette nouvelle nappe alluviale; les minéraux de métamorphisme étant, là aussi, pris dans le massif du Labourd dont les roches à andalousites sont peu érodées.

POINTE SAINT-MARTIN-ANGLET. — Les deux prélèvements de la Pointe St-Martin et d'Anglet sont différents à la fois des échantillons de Biarritz-Bidart et de ceux d'Héauritz. Leurs fractions légères sont un peu différentes entre elles : à Biarritz, elle est surtout formée de quartz incolore avec un peu de roches; à Anglet, les grains roses sont abondants (quartz et grès), il y a un peu plus de micaschistes, mais les grains sont émoussés luisants et ronds mats dans les deux limons; il semble bien qu'on ait ici une formation remaniée.

Quelle est l'origine de ce complexe alluvial? Il ne peut être assimilé à la première nappe qui, quantitativement, n'a pu fournir l'épidote, l'amphibole et la pigeonite; elle ne peut être tributaire de la seconde nappe seule qui est trop pauvre en andalousite et amphibole. Il semble même que la reprise du premier matériel par la seconde nappe accuserait encore une faiblesse en amphibole et sans doute aussi en épidote. La rareté de l'amphibole dans le bassin de la Nive est d'ailleurs confirmée par la basse terrasse d'Ixassou. Il est donc nécessaire de faire appel à un apport de matériel nouveau capable de compenser cette pauvreté en amphibole et en épidote des alluvions de la Nive. Cet apport de matériel déficitaire n'a pu être fourni que par un autre fleuve tributaire d'un bassin différent, l'Adour vraisemblablement, à l'époque où son embouchure se situait vers Biarritz. Ses alluvions, depuis la nappe la plus ancienne jusqu'aux alluvions modernes, accusent une richesse particulière en amphibole et en épidote.

Les alluvions de la Pointe St-Martin et d'Anglet auraient donc été primitivement formées par la première nappe alluviale de la Nive, reprises par la seconde, avant d'avoir été à nouveau remaniées par l'Adour; chacun de ces remaniements apportant un matériel nouveau dans des proportions qui peuvent d'ailleurs être différentes d'un prélèvement à l'autre, tant pour la fraction lourde que pour la fraction légère. Les galets paraissent surtout tributaires de la Nive.

ITXASSOU. — Itxassou (V 2), basse terrasse de la Nive, est d'une composition très voisine des échantillons d'Hérauritz : l'association minéralogique, pigeonite, épidote, amphibole y est prépondérante, de même d'ailleurs que dans la Nive actuelle, à Itxassou (R 32), où la pigeonite est très abondante, les roches vertes y sont la source principale des minéraux.

Soustons (B 109 et 110)

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — B 109 : carrière de Minjouat, à droite sur la route de Soustons à Magescq; sable jaune avec granules, graviers et petits galets. — B 110 : carrière de Beauregard, à gauche sur la route de Magescq; sable imprégné d'argile rouge, avec granules, graviers et petits galets.

FRACTIONS LOURDES (tabl. XI).

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Topaze	Teneurs pondérales
Soustons (B 109)	22	3	1	3	3		21	2	43	+		+		1			1	0,71
— (B 110)	15	10	8	2	1	1	16		31		13	2	1		+	+	+	1,10

TABLEAU XI. — Fractions lourdes de Soustons.
Le signe + indique < 0,5 %

FRACTIONS LÉGÈRES.

B 109 : la partie sableuse est formée surtout de quartz incolores, accompagnés de quartzites et de grès en proportion assez importante, de très rares silex, de quelques feldspaths plus ou moins altérés qui semblent plus abondants dans les fractions granulométriques fines. On rencontre aussi quelques grains roses de quartz, quartzites et grès. A ces éléments s'ajoutent dans les fractions granulométriques < 0,46 mm de très rares micas blancs. Les grains sont émoussés luisants dans les fractions granulométriques > 0,46 mm, l'arrondissement semble postérieur au chagrinage pour la majorité des grains. Les autres fractions granulométriques < 0,46 mm sont toutes non usées.

B 110 : la partie sableuse est formée surtout de quartz auquel s'ajoutent grès et quartzites en proportion assez importante, et quelques feldspaths. On trouve quelques quartz à long prisme et pyramide terminale dans la fraction 0,46 - 0,33 mm, et plus de feldspath, dans la fraction < 0,16 mm. Les grains sont en majorité à surface chagrinée dans les fractions > 0,46 mm; ils sont émoussés luisants dans toutes les fractions granulométriques, sauf la plus fine < 0,16 mm, où les grains sont non usés.

GRANULES ET GRAVIERS.

B 109 : quartz blancs et jaunâtres, quartzites (petits galets arrondis), imprégnation d'oxyde de fer. — B 110 : quartz, quartzites, grès rouges ou violets foncés.

GALETS.

B 109 : quartz, quartzites plus ou moins ferritisés. — B 110 : quartz, quartzites tachés ou veinés de rouge plus ou moins foncé.

CONCLUSION. — L'association minéralogique est formée pour les deux échantillons de Soustons des mêmes minéraux : andalousite, tourmaline, staurotide. Ils présentent cependant entre eux quelques différences : il n'y a pas d'épidote à Soustons (B 109) et pas de disthène à

Soustons (B 110). On trouve dans la carrière de Minjouat (B 109) des zircons prismatiques accompagnant des zircons arrondis, alors que dans la carrière de Beauregard (B 110), tous les zircons sont en grains arrondis; tous les minéraux lourds sont d'ailleurs beaucoup plus arrondis dans cette dernière carrière.

Les fractions légères de ces deux échantillons sont surtout quartzeuses, il y a quelques quartz prismatiques avec une pyramide terminale dans la carrière de Beauregard (B 110) et quelques micas blancs dans la carrière de Minjouat (B 109). Les fractions légères, de même que les fractions lourdes, sont plus arrondies dans la carrière de Beauregard (B 110).

Les graviers de quartz sont abondants dans les deux carrières. Les galets sont de quartz à Soustons (B 109), accompagnés de galets de quartzite ferritisé. On ne retrouve pas de ces galets de quartzite altéré à Soustons (B 110), mais seulement des galets de quartz tachés ou veinés de rouge.

A quel fleuve ancien peut-on attribuer les alluvions anciennes de ces deux carrières de Soustons? Elles ne se trouvent plus actuellement sur le trajet d'aucun fleuve.

En comparant les résultats de *l'analyse minéralogique lourde seule* avec ceux obtenus pour les fleuves anciens précédemment étudiés, il semble qu'on peut apparenter ces alluvions anciennes à deux nappes alluviales de régions géographiques différentes : les alluvions faisant suite à la nappe de Palengat (chap. II, 2, tabl. V) et la première nappe alluviale de la Nive (nappe de Biarritz-Bidart, chap. II, 6, tabl. X). Il y a davantage de staurotide dans les alluvions de Soustons que dans les alluvions de ces deux nappes, bien que le pourcentage de 16 % à Soustons (B 110) soit très proche de celui de Grenade-sur-Adour (R 54) et de Bidart (B 52); l'épidote absente à Soustons (B 109) ne se rencontre pas non plus dans tous les échantillons de ces deux alluvions anciennes.

Les fractions légères de Soustons sont surtout quartzeuses donc peu caractéristiques, mais on trouve dans la carrière de Beauregard (B 110) des quartz prismatiques à pyramide terminale semblables à ceux rencontrés dans la Nive; cependant cette identité de forme des quartz n'est pas suffisante pour permettre de choisir entre ces deux nappes anciennes.

C'est alors qu'en examinant attentivement les résultats obtenus avec les fractions lourdes, les fractions légères, les granules, les graviers et les galets, il apparaît que ce sont les graviers et dans une certaine mesure aussi les galets qui donnent les renseignements les plus intéressants pour la recherche de l'origine de ces matériaux.

Les graviers représentent une fraction granulométrique importante dans les deux coupes de Soustons. On ne trouve pas ce type de graviers, ni leur importance numérique dans les alluvions anciennes faisant suite à la nappe de Palengat, alors qu'ils sont nettement caractéristiques de certains niveaux de la première nappe alluviale de la Nive. On les retrouve à la carrière Pitcho, à la carrière de la chapelle de la Madeleine de Bidart, et mélangés à la terre végétale formant le talus droit de la route de Biarritz à Bidart.

Mais ces graviers et petits galets de quartz sont accompagnés dans la carrière de Minjouat (B 109) de petits galets de quartzite ferritisé. Les galets de quartzite à altération ferrugineuse sont abondants dans les alluvions faisant suite à la nappe de Palengat; mais on en trouve également dans les alluvions anciennes du Lauribar à St-Jean-Le-Vieux, sources de la première nappe alluviale de la Nive.

D'autre part, la nuance rouge des quartz et quartzites est caractéristique des formations triasiques abondantes dans le bassin de la Nive. L'argile rouge qui imprègne les sédiments peut provenir de la désagrégation d'argiles rouges du Trias entraînées sous forme de plaquettes ou de galets désagrégés sur place. On trouve même à Soustons de petits graviers de quartzite à patine

rouge foncé analogues aux quartzites patinés des conglomérats triasiques; j'en ai reconnu de ce type à la carrière d'Androla (Rhune) près d'Ascain.

La pétrographie de ces alluvions de Soustons (sable, graviers et galets) met donc en évidence des caractères communs à ces alluvions et à celles de la nappe de Biarritz-Bidart de la Nive, et, je crois, permet de faire un choix entre les deux hypothèses émises sur l'origine de ces alluvions.

Il paraît donc alors possible d'attribuer ces alluvions de Soustons à la première nappe alluviale de la Nive et dans ce cas de supposer que cette Nive ancienne se prolongeait plus au N jusqu'au Vieux-Boucau. Mais on peut aussi envisager d'autres cours possibles de la Nive, celle-ci ou plus exactement le Lauribar restant la source de ces alluvions.

M. Sorre [1922] avait émis l'idée que la dépression de St-Étienne-de-Baïgorry—St-Jean-Pied-de-Port était la région de confluence des eaux des Nives de Baïgorry, d'Arnéguy, d'Estérençuby et du Lauribar, et que la rivière ainsi formée se dirigeait vers le NE. Th. Lefebvre [1926] pense aussi que « son passage expliquerait l'énorme méandre décrit par la Bidouze à la hauteur d'Ostabat et la largeur insolite de la vallée du petit affluent qui lui vient de Larceveau ». Plus récemment, P. Lamare [1950], reprenant la question plus en détail, émet l'hypothèse que, antérieurement à l'ouverture de la gorge de la Nive dans le Paléozoïque, « la Bidouze d'alors s'est étendue plus loin vers le SW que la rivière d'aujourd'hui; elle perçait à l'amont de Larceveau la trouée qu'utilise la R.N. 133 pour accéder à Mongelos, Lacarre et St-Jean-le-Vieux, réalisant ainsi la capture des eaux de la dépression de Cize ». P. Lamare fait bien observer qu'il n'entend pas dire que la Bidouze de cette époque a suivi le cours de la Bidouze actuelle, mais il vise surtout le tronçon St-Palais-Larceveau.

Les alluvions de Soustons pourraient donc être ainsi les témoins de ce cours de la Nive ou plutôt du Lauribar, rejoignant la Bidouze, puisque je rappelle (ainsi qu'il a été dit p. 46) que la première nappe alluviale de la Nive est tributaire du Lauribar et peut-être aussi des Nives d'Arnéguy et de Béhérobie si elles ont été susceptibles de fournir la même association minéralogique. Mais pour P. Lamare, les alluvions de ce cours d'eau seraient antérieures à celles de la nappe de Biarritz-Bidart puisque la Nive à cette époque n'avait pas encore ouvert sa gorge dans le Paléozoïque. Peut-être est-il possible d'envisager aussi que ce cours du Lauribar par la Bidouze a pu subsister encore un certain temps après la percée du massif du Labourd et que les eaux s'écoulaient en même temps dans les deux directions.

Mais ce qui est plus important, c'est qu'il faut admettre que les eaux du Lauribar, en passant par la Bidouze — que son cours soit antérieur ou contemporain du Lauribar par Itxassou — ont nécessairement dû traverser des terrains capables de leur fournir des minéraux de métamorphisme inconnus dans le Lauribar, et qu'on retrouve à Soustons (andalousite, staurotide, grenat, disthène, sillimanite).

Je pense que c'est dans les Sables fauves qu'il faut rechercher l'origine des minéraux de métamorphisme de ces sables. Les pourcentages en staurotide, plus élevés à Soustons que dans les échantillons de Biarritz-Bidart, font immédiatement penser à un enrichissement en ce minéral par les Sables fauves, même si l'on n'envisage pas que ces alluvions sont la suite d'un ancien cours de la Bidouze tributaire du Lauribar, mais qu'elles représentent seulement la suite géographique de la nappe de Biarritz-Bidart.

En résumé, les alluvions anciennes de Soustons sont les témoins d'un ancien passage de la Nive; elles appartiennent à la première nappe alluviale tributaire du Lauribar.

Qu'elle soit un prolongement de la nappe de Biarritz-Bidart, ou qu'elle ait emprunté le cours de la Bidouze, cette Nive a traversé les Sables fauves pour atteindre Soustons. Ceux-ci l'ont enrichie en minéraux de métamorphisme et particulièrement en staurotide.

7. Alluvion ancienne de la Bidassoa

SITUATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON. — Hendaye (B 46) : talus gauche, route d'Hendaye à Béhobie; limon sableux jaune à galets.

FRACTION LOURDE (Tabl. XII). — L'association minéralogique est formée d'épidote et d'amphibole, accompagnées de tourmaline et de pigeonite. Les minéraux sont frais en général.

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Staurotide	Andalousite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Corindon	Monazite	Teneur pondérale
Hendaye (B 46)	10	3	+	2	3	+	+	+	45	26	2	8	+	+	1,09

TABLEAU XII. — Alluvion ancienne de la Bidassoa.

Le signe + indique < 0,5 %

FRACTION LÉGÈRE.

La partie sableuse est composée de 70 à 80 % de quartz dont une notable proportion est du quartz rose des vieux grès, de quartzites, grès, micaschistes, feldspaths, minéraux altérés. Les quartz sont limpides pour la plupart avec une forte proportion de grains chagrinés; ils sont non usés, en général, avec quelques émoussés mats et ronds mats.

GRANULES ET GRAVIERS. — Grès, quartz, quartzites, grès roses, silex en plaquettes.

GALETS. — Grès roses et gris, quartzites, schistes (tous altérés), quartz.

8. Alluvions anciennes et actuelles de la Garonne

Les alluvions anciennes de la Garonne étudiées ici se situent les unes sur la rive gauche de la Garonne (Langon, Brannens); les autres à la falaise du Gulp; ces dernières surmontent l'argile du Gulp; elles représentent ce que A. Fabre [1939] a appelé « la nappe alluviale externe n » et qu'il a rapportée au Quaternaire ancien a^{1a}. Les échantillons de Langon et Brannens font partie de la même nappe alluviale.



FIG. 7. — Gulp.

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — ALLUVIONS ANCIENNES : *coupe du Gulp* (R 60 et 61) (fig. 7). R 61 : sable jaune-verdâtre; R 60 : sable argileux gris avec passes ferrugineuses. — *Langon* (V 94) : sablière de Gire, faubourg SW de Langon; sable blanc grisâtre avec petits graviers. — *Brannens* (V 97) : au lieu-dit « Grange », 2,50 km à l'W de Brannens; sable blanc avec graviers.

ALLUVIONS ACTUELLES : *Bordeaux* (V 82 à 84 et V 58). V 82 : dragage en face de l'île de Cazeau. V 83 à 180 m de terre; V 84 à 240 m de terre, en amont de V 82; V 58, en amont des précédents. V 82 : sable et argile gris; V 83 : vase sableuse grise; V 84 et 58 : sable et argile gris.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. XIII). — ALLUVIONS ANCIENNES. La composition qualitative est très analogue pour ces quatre échantillons, elle varie seulement quantitativement; ces variations sont dues, sans doute, à des conditions de sédimentation différentes aux divers points de prélèvement. *Il y a de l'hypersthène* au Gulp et à Langon.

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Monazite	Teneurs pondérales
GARONNE																				
Gulp (R 61)	20	1	6				5	14	2	23	1	1	10	17		+				1,07
Gulp (R 60)	21	5	20	+	+		2	16	+	20	+	1	9	5	+	+	1	+		2,32
Langon (V 94)	20	2	12	+	1			11		18	1		32	2		+	+	+	1	1,08
Brannens (V 97)	15	1	2	1	+			25		48			8	+				+		2,15
Bordeaux																				
(V 82)	12	+	20	+		1	1	9		16	+		11	10	19	+	1			1,63
— (V 83)	14	1	14	1	2	1	1	7		1	1		30	17	10			+	+	1,80
— (V 84)	13		14					7		22	1		8	23	9	1	2			1,15
— (V 58)	4	+	23					7		12	+		20	18	10	6				1,84
DORDOGNE																				
Plassac (B 105)	24	6	4	4	5	+	1	28	1	17	1		3	2	4		+			0,43
Dordogne																				
(1)	4	+	6		+		1	2	3	1			1	19	59		4			5,37
— (2)	6	2	12				2	1	1	1			7	26	40		2			5,98
— (3)	3	1	5	1			2	1	+	2			15	33	32		5			3,48
— (4)	2	1	10		+			1	2	2		+	4	16	57		3		+	5,35
ISLE																				
Coutras (B 59)	38	21	2	5	18			6	+	1	1		1						7	0,11

TABLEAU XIII. — Fractions lourdes des alluvions de la Garonne, de la Dordogne et de l'Isle.

Le signe + indique < 0,5 %

ALLUVIONS ACTUELLES. Les fractions lourdes sont assez semblables entre elles, leurs pourcentages seuls varient suivant les points de prélèvement.

Les mêmes minéraux se rencontrent dans les alluvions anciennes et dans les alluvions actuelles, mais ces dernières diffèrent des premières par l'apparition de l'*augite*, avec des teneurs relativement élevées. *L'hypersthène est toujours présent.*

FRACTIONS LÉGÈRES.

ALLUVIONS ANCIENNES. *Gurp R 61* : la partie sableuse est formée surtout de quartz incolores avec quelques grains roses, accompagnés de très rares micas blancs, silex, quartzites, grès et grains noirs, sans doute lydiennes. Les feldspaths sont peu abondants, certains sont altérés. Dans la fraction granulométrique $< 0,46$ mm, on rencontre quelques micaschistes gris et d'extrêmement rares grains de glauconie. Les grains sont, en général, ronds mats avec une notable proportion d'émoussés luisants.

R 60 : la partie sableuse de cet échantillon est tout à fait identique à celle du niveau précédent, la seule différence réside dans le fait que je n'y ai pas trouvé de glauconie.

Langon (V 94) : la partie sableuse est essentiellement du quartz incolore avec quelques grains roses. Les feldspaths, quartzites, grès, silex sont peu abondants; il y a aussi quelques micaschistes et du mica blanc dans la fraction granulométrique $< 0,46$ mm. Les grains sont non usés accompagnés de quelques émoussés luisants et ronds mats.

Brannens (V 97) : la partie sableuse est surtout formée de quartz, incolores en général, avec peu de quartz roses des grès anciens, de feldspaths, de quartzites et de grès. Les feldspaths semblent plus abondants dans la fraction granulométrique $< 0,46$ mm et, là, s'accompagnent de mica blanc. Les grains sont non usés avec quelques émoussés luisants.

ALLUVIONS ACTUELLES. *Bordeaux (V 82)* : la partie sableuse est essentiellement quartzreuse, le quartz incolore y est le plus abondant, accompagné de quartzites et grès incolores et roses et de feldspaths peu abondants. On trouve aussi du mica noir et quelques micas blancs. Les quartz sont ronds mats et émoussés luisants avec quelques non usés.

V 83 : cette fraction est formée de quartz incolores en général, les grains roses sont relativement abondants, et d'une proportion notable de micas noirs et blancs. Le sable est fin, $< 0,16$ mm, et non usé.

V 84 : la partie sableuse est formée surtout de quartz incolores accompagnés d'un peu de quartz roses, de micas noirs, de quartzites, de grès, de feldspaths peu abondants et de quelques micas blancs. Les quartz sont ronds mats et émoussés luisants avec une forte proportion de non usés.

V 58 : la partie sableuse est là aussi formée surtout de quartz incolores avec quelques grains roses, de grès, de quartzites, de feldspaths, de micas blancs peu abondants auxquels s'ajoutent quelques micaschistes qui semblent plus abondants dans la fraction granulométrique $< 0,46$ mm. Les quartz sont ronds mats et émoussés luisants avec quelques non usés.

GRANULES ET GRAVIERS.

Langon (V 94) : quartz, quartzites et grès un peu ferrugineux (fraction peu abondante). — *Brannens (V 97)* : quartz, quartzites, grès et très rares silex plutôt altérés.

CONCLUSION. — Les quatre échantillons d'alluvions anciennes diffèrent peu entre eux tant par leurs fractions lourdes que par leurs fractions légères; seule la morphoscopie des quartz est différente, le Gurp est plus arrondi, plus en amont les grains sont non usés. Ces échantillons semblent bien appartenir à une même nappe alluviale.

9. Alluvions anciennes et actuelles de la Dordogne

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — **ALLUVIONS ANCIENNES :** *Plassac (B 105)* : haut niveau d'alluvions anciennes au NE de Plassac, Pliocène supérieur ou Quaternaire ancien; limon sableux jaune avec graviers et granules.

ALLUVIONS ACTUELLES : *Dordogne (1 à 4)* : dragages immédiatement en amont du Bec d'Ambès. 1 : sable jaunâtre; 2 et 3 : vase sableuse grisâtre; 4 : sable jaunâtre.

FRACTIONS LOURDES (Tabl. XIII). — **ALLUVIONS ANCIENNES.** L'association minéralogique est formée de staurotide, de tourmaline et d'andalousite. *L'hypersthène*, bien que peu abondant, *est présent* dans cette alluvion.

ALLUVIONS ACTUELLES. Qualitativement ces quatre échantillons sont très homogènes, mais les pourcentages varient largement d'un échantillon à l'autre. L'association minéralogique est cependant toujours formée d'amphibole et d'augite. *L'hypersthène*, sans être abondant, *est toujours présent* dans tous les prélèvements.

L'alluvion actuelle de la Dordogne est très différente quantitativement de l'échantillon de Plassac, l'association minéralogique n'est plus la même; il y a dans la Dordogne actuelle une arrivée massive d'amphibole et d'augite.

FRACTIONS LÉGÈRES.

ALLUVIONS ANCIENNES. *Plassac* (B 105) : la partie sableuse est formée de quartz accompagnés de quelques quartzites, grès, et de très rares feldspaths. On trouve quelques grains roses. Les quartz sont en général émoussés luisants avec une importante proportion de ronds mats et quelques non usés.

ALLUVIONS ACTUELLES. *Dordogne 1* : la partie sableuse est formée de quartz incolores avec quelques grains roses, de micas blancs, de micas noirs, de quartzites, de grès, de feldspaths peu abondants. Les quartz sont plutôt non usés avec une proportion notable d'émoussés luisants et de grains de transition qui semblent abondants.

Dordogne 2 : cette fraction qui est formée de sable fin et de quelques grains plus gros, est principalement du quartz incolore avec quelques grains roses et du mica noir et du mica blanc relativement abondants. Les quartz sont non usés, même les plus gros grains.

Dordogne 3 : la partie sableuse de cet échantillon est formée aussi de sable fin, mais avec plus de gros grains que dans le n° 2. Le quartz incolore est le minéral principal avec quelques grains roses; les grès, quartzites, feldspaths, micas noirs et micas blancs sont rares. Les quartz sont émoussés luisants avec quelques non usés.

Dordogne 4 : la partie sableuse est formée de quartz incolores, accompagnés de quelques grains roses, de quartzites, de grès, de feldspaths et de micas blancs peu abondants. Les quartz sont plutôt non usés, mais avec une forte proportion de grains présentant un commencement d'émoussé.

GRANULES ET GRAVIERS. — *Plassac* (B 105) : quartz filonien et quartzites.

10. Alluvion ancienne de l'Isle (basse terrasse)

SITUATION ET DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLON. — *Coutras* (B 59) : Gravière près de Coutras, sable jaune clair.

FRACTION LOURDE (Tabl. XIII). — L'association dominante est formée de tourmaline, zircon, anatase, avec un pourcentage assez élevé de monazite. *Il n'y a pas d'hypersthène.*

FRACTION LÉGÈRE.

Cette fraction est formée de quartz, incolores en général, les grains jaunes sont cependant abondants. Il y a aussi des quartzites, grès, feldspaths, peu abondants, et des silex et micas blancs rares. Dans la fraction granulométrique < 0,16 mm; il y a quelques grains de glauconie. Les quartz sont émoussés luisants.

CHAPITRE III

SABLE DES LANDES

HISTORIQUE. — Le Sable des Landes recouvre d'une façon continue toute la partie du bassin d'Aquitaine comprise entre la Gironde et l'Adour. On le trouve encore, mais intercalé dans d'autres formations, au N de la Gironde et au S de l'Adour.

C'est un sable quartzeux blanc ou blanc-jaunâtre, au sein duquel on reconnaît par endroits de l'alias, formation particulière au Sable des Landes, qui est du sable cimenté par du fer et de l'humus, et qui peut acquérir une grande dureté.

Il est définitivement admis, depuis la découverte par Dubalen de restes d'*Elephas primigenius* à Magescq dans une argile bleue sous le Sable des Landes, qu'il est incontestablement quaternaire. L. de Launay [1921] le classe dans le Quaternaire récent antérieur aux dunes qui ont régularisé le rivage. Pour L. Bertrand [1935], c'est du Pléistocène, mais sa base en bien des points peut correspondre au Pliocène, et, pour R. Abrard [1948], il est également du Quaternaire récent, postérieur aux basses terrasses fluviales.

Mais son origine et son mode de dépôt ont été très discutés. Parmi les diverses hypothèses qui ont été émises, signalons pour mémoire celle de Linder qui explique sa formation par un brusque envahissement de l'océan à la suite de violentes oscillations, par une sorte de vague énorme qui aurait remonté jusqu'au Plateau central abandonnant sur son parcours sables, argiles, graviers. Pour E. Fallot [1895], le Sable des Landes, qu'il ne sépare pas des terrasses, serait peut-être un dépôt marin sur le littoral et un dépôt de delta torrentiel compris entre la Garonne et l'Adour. Mais, si le mode de dépôt éolien est en général retenu, le problème de son origine n'en est pas pour cela résolu. Pour L.A. Fabre [1905], le Sable des Landes a son origine première dans les sables fluvio-glaciaires des Pyrénées et du Plateau central qui furent drainés jusqu'à l'océan, puis ces sables ont été repris et étalés par le vent sur la basse Gascogne, dont la pente générale vers l'W se prêtait à l'ascension éolienne. Blayac [1916] retrouve les mêmes éléments minéralogiques de Mimizan à Mont-de-Marsan et pense qu'il doit provenir de l'étalement des dunes littorales démolies par le vent d'W et de NW.

Pour A. Fabre [1939], étudiant les sables de revêtement du Médoc, le Sable des Landes est toujours antérieur aux dunes anciennes, c'est un produit d'érosion des alluvions anciennes qui s'est formé en trois temps : 1) lessivage des alluvions anciennes par les eaux de ruissellement; 2) transport du sable par les cours d'eau; 3) reprise par le vent avec formation de dunes qui se sont étalées. Le Sable des Landes s'est formé à la fin de la période glaciaire avant l'instauration du climat atlantique humide qui a provoqué le développement d'une végétation abondante capable de fixer les sables; il est mésolithique. J. Bourcart¹ est d'une opinion tout à fait

1. Communication verbale.

différente : pour lui le Sable des Landes vient du S et a été déposé par le vent sur la neige à l'époque de la disparition des glaciers, c'est le flug-sand.

Pour Françoise Aubouin [1954], le Sable des Landes s'est formé en deux temps : tout d'abord les éléments meubles des alluvions anciennes des Landes méridionales ont été « poussées » par le vent en direction du littoral atlantique au cours de la période « cataglaciale würmienne » ; puis, « le rétablissement du régime des vents d'W atlantique a eu pour résultat d'étaler progressivement cette immense quantité de matériel sableux ».

SITUATION ET DESCRIPTION DES ÉCHANTILLONS. — *Martignas-sur-Jalle* (B 72 et 73) : B 72 à l'E et B 73 au NE de Martignas; B 72 : sable blanc; B 73 : sable gris. — *St-Jean-d'Illac* (B 9) : à l'E de St-Jean-d'Illac; sable jaune foncé. — *Le Barp* (B 79) : sur la route N 132, 1 km au S du Barp; sable noir. — *Lamothe* (R 35) : sur la route de Bordeaux à Arcachon, tranchée dans la forêt de Pins; sable gris. — *Villandraut* (B 84) : route de Villandraut à Uzeste, près du passage à niveau; sable jaune. — *Bazas* (V 98) : sur la route de Bazas à Uzeste par Padevent; sable ocre foncé. — *Labouheyre* (B 81 et 82) : sur la route N 132 (B 81 à 5,3 km au S de Labouheyre, B 82 à 3 km au S de Cap de Pin); B 81 : sable jaune; B 82 : sable ocre. — *Labrit* (R 52) : sur la route N 651, entre Labrit et Luxey; sable grisâtre. — *Morcenx* (V 42) : carrière, au-dessus des limons; sable blanc. — *Arengosse* (V 41) : carrière, au-dessus des limons; sable gris. — *Ygos* (V 39) : sur la route d'Ygos à Arengosse; sable noir. — *Castets* (B 83) : sur la route N 132, à 2,3 km de Castets; sable jaune foncé. — *Dax* (V 59) : sur la route de Dax à Port-de-Lanne; sable ocre foncé.

FRACTIONS LOURDES (tabl. XIV). — La composition minéralogique qualitative est la même dans tous les échantillons, mais les teneurs sont parfois très différentes d'un point à un

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurolite	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Topaze	Teneurs pondérales
Martignas-s.-Jalle (B 73)	14	8	24	+	+	+	+	30	+	22		+	1	+	1	+				2,47
— (B 72)	38	3	+	+	+			20	+	38		+	1					+		0,77
St-Jean-d'Illac	13	2	16	+			+	17		17			4	3	25		3		+	1,73
Le Barp	36	4	1	1	2	+	+	17	1	38	+	+	+	+	+	+				0,26
Lamothe	22	3	23	1	+		+	24		17			3	1	5		1			1,37
Villandraut ..	34	3	1	1	1			29	1	29	+		1	+	+	+				0,23
Bazas	34	4	10	+	1			22	+	26			1		2			+		0,61
Labouheyre																				
(B 81)	21	3	8	+	+		2	11		27			6	11	9	+	2			0,51
— (B 82)	16	2	20	+	+		1	13		20			5	2	18		3			0,65
Labrit	18	+	10	+	+		+	14		38		+	8	3	8		1	+		0,63
Morcenx	20	2	3	2			1	13		34	1		12	8	3		1			0,47
Arengosse ...	23	3	1				1	13	1	48	2		1	2	6					0,32
Ygos	30	1		1	1		+	28	1	33			4	1		+				0,50
Castets	17	2	10	+	+		1	11	+	30			10	6	9	2	1	1		0,45
Dax	11	1	10	1			2	7		30			20	11	4	2	1			1,26

TABLEAU XIV. — Fractions lourdes des Sables des Landes.

Le signe + indique < 0,5 %

autre sans qu'il y ait une tendance soit d'un minéral, soit d'un groupe de minéraux par rapport aux points géographiques considérés, seules l'épidote et l'amphibole semblent plus abondantes à partir de Labouheyre jusqu'à Dax.

La tourmaline, la staurotide et l'andalousite gardent toujours des pourcentages assez élevés. Le zircon, peu abondant, varie peu; le rutile, l'anatase et le sphène sont présents presque partout.

Le grenat, l'augite varient de 0 à 24 ou 25 %, l'épidote et l'amphibole varient également, mais dans des proportions moindres. L'hypersthène est présent dans la moitié à peu près des échantillons.

FRACTIONS LÉGÈRES. — Les fractions légères sont très homogènes; elles sont formées presque entièrement de quartz incolores, les quartz roses et les quartzites sont toujours en très faible proportion. Les grains sont en grande majorité ronds mats avec un faible pourcentage de non usés et parfois d'émousés luisants.

Martignas-sur-Jalle (B 73) : quartz avec de très rares grains roses et quelques quartzites.

B 72 : quartz, très rares grains roses, quelques quartzites. Dans les fractions fines, quelques grains blanchâtres altérés.

St-Jean d'Illac (B 9) et *Le Barp* (B 79) : quartz, quelques grains roses et quelques quartzites.

Lamothe (R 35) : quartz, quelques quartzites, très rares silex, quelques grains blanchâtres altérés.

Villandraut (B 84) : quartz avec quelques quartzites, granules de quartz et quartzites.

Bazas (B 98), *Labouheyre* (B 81 et 82) *Labrit* (R 52), *Morcenx* (V 42), *Arengosse* (V 41), *Ygos* (V 39), *Castets* (B 83) et *Dax* (V 59) : quartz, quelques grains roses et quelques quartzites. A *Morcenx* (V 42) et *Dax* (V 59) : très rares micas blancs.

CONCLUSION. — Le Sable des Landes, qui recouvre d'un épais manteau sableux tout le vaste territoire compris entre la Garonne et l'Adour, a toujours été une énigme pour les géologues.

Nous avons vu que son âge, Quaternaire récent, semble définitivement admis; mais son origine n'en est pas pour cela trouvée. Il semble bien que seule la pétrographie du Sable des Landes soit susceptible d'apporter quelques clartés pour résoudre le problème.

Il peut reposer, ainsi que l'a observé F. Aubouin [1954], sur des formations très diverses. Les cailloutis de base qu'elle a reconnus sont comparables à ceux que j'ai observés dans les alluvions anciennes de la 1^{re} nappe alluviale du Quaternaire¹.

L'étude minéralogique des fractions sableuses des alluvions du Quaternaire ancien montre que quel que soit le fleuve (Dordogne, Garonne, Adour, Gave de Lourdes, Nive), les minéraux principaux sont la tourmaline et l'andalousite. A ceux-ci s'ajoutent la staurotide pour la Dordogne et la Garonne; le zircon pour les autres fleuves (tabl. XXII).

Ces formations alluviales sont maintenant cantonnées, soit à la bordure septentrionale, soit à la bordure méridionale du Sable des Landes.

En comparant la pétrographie du Sable des Landes avec celle des diverses nappes alluviales, on constate que ce sont les alluvions de la première nappe qui ont fourni le plus de matériel. Les nappes plus récentes, riches surtout en amphibole et épidote, semblent avoir peu participé à sa formation.

Le Sable des Landes renferme une gamme assez variée de minéraux lourds, dont la plupart se rencontrent dans les alluvions des différents fleuves. Il y a pourtant dans le Sable des Landes deux minéraux qu'on ne rencontre pas dans toutes les alluvions : ce sont l'*hypersthène* et l'*augite*. Ils peuvent donc jouer, ici, le rôle de minéraux indicateurs pour la recherche de l'origine pétrographique et géographique du Sable des Landes.

1. Nappe de Palengat (Gave de Lourdes, Adour).

L'hypersthène n'a été trouvé en faible proportion que dans les alluvions anciennes de la Garonne et la première nappe alluviale de la Nive. Ce n'est que dans les alluvions actuelles de la Dordogne qu'on rencontre plus abondamment de l'hypersthène.

L'augite est toujours peu abondante ou même absente dans les alluvions anciennes; ce n'est que dans les alluvions actuelles de la Garonne et de la Dordogne qu'on la rencontre en pourcentages élevés.

Mais la Dordogne, de même que la Garonne, ont vraisemblablement, dans leur cours inférieur, creusé leur lit dans leurs alluvions anciennes; on peut donc en étudiant les alluvions actuelles retrouver la composition pétrographique de leurs basses terrasses.

L'hypersthène et l'augite sont donc des minéraux qui viennent principalement de la bordure nord du Sable des Landes. Le fait de les retrouver à proximité de l'Adour montre qu'il y a eu un étalement des Sables vers le S. C'est bien ce qu'avait pensé A. Fabre, puisque, pour lui, « le Sable des Landes est essentiellement un produit d'érosion des alluvions anciennes et principalement de la nappe alluviale externe ». Je rappelle que pour F. Aubouin, au contraire, ce sont les alluvions anciennes des Landes méridionales qui ont été poussées par le vent vers le littoral atlantique, puis, après rétablissement du régime de vent d'W, reprises et étalées progressivement.

Mais la pétrographie du Sable des Landes montre que ce ne sont pas les alluvions anciennes de la Garonne, seules, qui ont fourni le matériel de cette formation pas plus d'ailleurs que seules les alluvions anciennes des fleuves de la partie méridionale (Adour, Gaves, Nive).

Le Sable des Landes est formé des produits de la destruction des nappes anciennes de tous les fleuves de la Gascogne, principalement des nappes du Quaternaire ancien.

L'étude des fractions lourdes du Sable des Landes permet donc de retrouver son origine pétrographique. Mais son mode de dépôt n'est pas pour cela défini.

Les nappes alluviales se sont étalées dans la cuvette landaise; elles sont venues directement du S, rejoignant les nappes de la Garonne et de la Dordogne. Les éléments sableux de ces grandes plaines alluviales ont dû être repris plusieurs fois par les cours d'eau et par le vent avant de recouvrir uniformément tout le bassin landais.

Mais quel vent dominant les a étalés?

Le fait de retrouver sur les bords de l'Adour des éléments empruntés aux terrasses de la Dordogne et de la Garonne implique que les vents dominants venaient soit du NE, soit du N ou bien encore du NW, mais ne permet pas de préciser davantage.

Le nombre restreint d'échantillons (15) étudiés dans ce travail n'est pas suffisant pour expliquer la genèse du Sable des Landes.

Cette question demanderait à elle seule un travail important sur le Sable des Landes et les formations sur lesquelles il repose. Elle n'entrait pas dans le cadre de ce travail, où il me suffisait de connaître la composition minéralogique moyenne du Sable des Landes afin de déterminer sa contribution aux plages.

J'y reviendrai donc dans la 2^e partie.

CHAPITRE IV

PÉTROGRAPHIE DE QUELQUES FORMATIONS AYANT FOURNI DES MATÉRIAUX AUX PLAGES, SOIT DIRECTEMENT, SOIT PAR L'INTERMÉDIAIRE DES FORMATIONS ANCIENNES

OPHITES (Tabl. XV). — La plupart de ces ophites sont caractérisées par la pigeonite accompagnée d'un peu d'amphibole et d'épidote.

L'échantillon de Lourdes (V 16, II) est frais et contient de la pigeonite; les deux autres échantillons, en voie d'altération, sont formés seulement d'amphibole, d'épidote, et sans doute d'un peu de pigeonite.

L'ophite de St-Pandelon (B 76) en voie d'altération est formée comme les échantillons frais de pigeonite, il y a seulement une altération ferrugineuse de la roche qui se traduit par des taches jaunâtres d'oxyde de fer sur les grains de pigeonite.

	pigeonite	amphibole	épidote
Ascaïn (R 73) ¹	pigeonite	X	X
Ascaïn (R 54)	pigeonite	X	X
St-Jean-le-Vieux (Iriberry) (R 85) ¹	pigeonite	X	X
St-Pandelon (B 75)	pigeonite	X	X
— (B 76) ²	pigeonite	X	X
Villefranque (B 78)	pigeonite	X	
Lourdes (V 16) (I) ²		amphibole	épidote
— (V 16) (II)	pigeonite	X	X
— (V 16) (III) ²	X	amphibole	épidote
Roquefort (B 74) sondage..... (prof. 2.878,25 à 2.877,30 m)	pigeonite		

TABLEAU XV. — Composition des ophites. Les minéraux marqués X sont rares.

1 : ophite altérée transformée en terre jaune tachetée de noir. — 2 : ophite en voie d'altération, mais compacte.

GRÈS TRIASIQUE. — Biarritz (B 50) (fig. 6 B) : galets friables pris sur l'aérodrome de Parme.

Ces galets ont donné à l'analyse minéralogique les résultats suivants : pour la *fraction lourde*, tourmaline brune, accompagnée de rutile et de zircon; pour la *fraction légère*, du quartz rose avec quelques micas blancs.

GRÈS SABLEUX LATTORFIEN (Oligocène inférieur). — *Biarritz* (R 71) : falaise au S du Port-Vieux.

La *fraction lourde* est donnée dans le tabl. XVI. La *fraction légère* est formée de quartz dont quelques-uns sont roses, accompagnés d'un peu de mica blanc, de feldspaths extrêmement rares et de quelques grains altérés indéterminables, qui sont, sans doute, aussi du feldspath, ainsi que de rares silex.

FLYSCH. — *Guéthary* (R 75) : falaise au S du port; *Ciboure* (R 15) : carrière au S de la route, rive gauche de la Nivelle; *St-Jean-de-Luz* (B 25) : pointe Ste-Barbe.

L'échantillon de St-Jean-de-Luz trop peu sableux n'a pas été compté, mais étudié seulement qualitativement.

Sa *fraction lourde* est formée surtout de pigeonite et de tourmaline brune accompagnées d'une proportion notable de staurotide; les autres minéraux, zircon, rutile, grenat, andalousite, épidote, corindon, augite brune sont rares.

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Topaze	Teneurs pondérales
LATTORFIEN																		
Biarritz (R 71)	37	9	6	21	6		2	11	1	2	4						1	0,20
FLYSCH																		
Guéthary (R 75)	40	24	6	11	3		1	2		4	4	3	1	1				0,05
Ciboure (R 15)	33	29	+	14	5	1	1	3		4	5	2	1		1	1		0,13

TABLEAU XVI. — Fractions lourdes du Lattorfien et du Flysch.

Le signe + indique < 0,5 %

FRACTIONS LÉGÈRES.

Guéthary (R 75) : la fraction sableuse est formée de silex accompagnés de restes de Spongiaires siliceux et de quelques quartz, parmi lesquels on trouve de rares grains roses; il y a aussi quelques roches schisteuses micacées et également quelques micas altérés dans les fractions granulométriques < 0,46 mm.

Ciboure (R 15) : la fraction sableuse est formée de silex et de quartz, incolores en général, accompagnés de quelques quartz roses et jaunes. On trouve aussi, surtout dans les fractions les plus grossières, des grès et des roches schisteuses micacées peu abondants, quelques micas blancs, quelques fragments de test d'Échinodermes, des restes de Spongiaires siliceux et en proportion notable des concrétions calcédonieuses.

St-Jean-de-Luz (B 25) : la fraction sableuse est formée surtout de fragments informes de Spongiaires siliceux auxquels s'ajoutent quelques silex et quelques quartz surtout incolores.

CHAPITRE V

DUNES

Les dunes étudiées dans ce chapitre sont des dunes littorales qui bordent la côte d'une façon continue de la Pointe de Grave à la Pointe St-Martin (phare de Biarritz).

A partir du phare de Biarritz, on les trouve seulement en quelques points sur le sommet de la falaise, elles ne reparaissent régulièrement qu'à partir de la Pointe Ste-Anne au N d'Hendaye.

FRACTIONS LOURDES (tabl. XVII).

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Teneurs pondérales
Pointe de Grave	15	1	22			1	24	1	15			1	2	16		2		8,88
La Claire.....	12	1	23	1		+	29	+	11			4	1	15		2	1	16,29
Les Huttes	10	6	31	1			21	+	13			2	1	13		1	1	15,81
L'Amélie	15	1	23	+	+	1	19	2	16		+	4	4	12		2	1	10,19
Lacanau	20	3	23	+	+	3	19	1	19			3	1	6		2		6,21
Cap Ferret	13	1	16	+	+	1	12	+	17		+	4	3	30	+	3		1,28
Pilat	11	7	28	+		1	23	+	7	+		2	1	19	+	1		10,64
Mimizan	17	1	21	+		1	15	+	24	+		6	2	21	+	2		17,59
Vieux Boucau	18	2	19	1		1	10	+	4		+	7	5	29	1	3	+	0,59
Labenne	5	3	12	+	1	2	14		18			16	13	12	2	2		0,76
Anglet	5	1	3	1		+	4	+	9			19	40	3	15	+	+	3,06
Hendaye	6	2	+	1	+	1	+		+			25	21		44	+	+	2,10

TABLEAU XVII. — Fractions lourdes des dunes.

Le signe + indique < 0,5 %

FRACTIONS LÉGÈRES.

Pointe de Grave (B 6) : la fraction légère est formée de quartz accompagnés de feldspaths relativement abondants dans la fraction granulométrique < 0,16 mm. Les quartz sont plutôt arrondis.

La Claire (1 a) : la fraction légère est formée de quartz et de feldspaths relativement abondants dans la fraction granulométrique > 0,33 mm. Les quartz sont plutôt émoussés qu'arrondis.

Les Huttes (2 a) : la fraction légère est formée de quartz accompagnés de feldspaths dans la fraction granulométrique $> 0,33$ mm. Les quartz sont arrondis.

L'Amélie (3 a) : la fraction légère est formée de quartz accompagnés de feldspaths assez abondants dans toutes les fractions granulométriques. Les quartz sont plutôt émoussés, on trouve pourtant une proportion égale de grains émoussés et de grains arrondis dans la fraction granulométrique $> 0,33$ mm.

Lacanau (R 49) : la fraction légère est formée de quartz accompagnés de quelques grains de roches schisteuses dans la fraction granulométrique comprise entre 0,33 et 0,05 mm. Les grains sont ronds mats dans l'ensemble avec une notable proportion de ronds luisants.

Cap Ferret (R 41) : la fraction légère est formée de quartz accompagnés de très rares silex dans la fraction granulométrique $> 0,46$ mm et de grains de roches schisteuses et micacées dans la fraction granulométrique $< 0,33$ mm. Les quartz sont ronds mats en général, avec quelques ronds luisants.

Pilat (R 36) : la fraction légère est formée de quartz, les grains sont ronds mats accompagnés de quelques grains ronds luisants.

Mimizan (V 75) et *Vieux Boucau* (V 50) : la fraction légère est formée de quartz; les grains sont ronds mats dans l'ensemble avec une notable proportion de ronds luisants.

Labenne (R 99) : la fraction légère est formée de quartz; les grains sont ronds mats en général, accompagnés de grains ronds luisants et émoussés luisants; on trouve quelques grains cassés postérieurement à l'arrondissement.

Anglet (V 81) : la fraction légère est formée de quartz, en général accompagnés de roches micacées ou schisteuses; les grains sont ronds mats accompagnés d'une forte proportion de grains émoussés luisants.

Hendaye (R 17) : la fraction légère est formée surtout de quartz incolores accompagnés d'une proportion notable de quartz roses, de quelques grès et micas blancs, de très rares feldspaths et de grains de roches schisteuses et micacées abondantes. On trouve dans la fraction granulométrique comprise entre 0,33 et 0,16 mm quelques quartz roses bipyramidés à prismes plutôt courts. Les grains sont tous non usés.

CONCLUSION. — FRACTIONS LOURDES. La composition minéralogique lourde des sables des dunes présente beaucoup d'analogie avec celle des sables des plages qu'elles bordent. Il y a cependant, en général, dans les sables des dunes des pourcentages plus élevés de grenat et de staurotide, et au contraire, moins d'andalousite et d'augite. La constance de l'hypersthène est remarquable tout le long du golfe de Gascogne, de Pointe de Grave à Hendaye.

La pigeonite commence à apparaître au Cap Ferret; elle est très abondante à Anglet et à Hendaye. Celle qu'on rencontre dans les sables des dunes du Cap Ferret, du Pilat et de Mimizan appartient au type de pigeonite, en général un peu plus jaunâtre, rencontrée dans les alluvions anciennes et actuelles de la Garonne. Ce n'est qu'à partir de la dune du Vieux Boucau qu'on retrouve le même type de pigeonite que celle rencontrée sur les plages, de Mimizan à Hendaye.

Comparés au Sable des Landes, les sables des dunes sont plus riches en augite et sans doute aussi en grenat; la tourmaline semble y être moins abondante, l'hypersthène au contraire ne se rencontre pas dans tous les gisements de Sable des Landes.

Ilménite. — On trouve aussi dans les sables des dunes de petits grains arrondis opaques $< 0,16$ mm en général, qui sont de l'ilménite accompagnée de magnétite; ils se rencontrent en proportion importante en deux points de la côte, les Huttes-l'Amélie-Lacanau et le Pilat-Mimizan-Vieux-Boucau. On en retrouve, mais moins abondamment, à La Claire, le Cap Ferret et Labenne, et moins abondamment encore, à Pointe de Grave. On n'en rencontre pas dans les sables des dunes d'Anglet à Hendaye.

L'ilménite se reconnaît donc dans les sables des dunes de Pointe de Grave jusqu'à Labenne, alors que sa limite sud est sur les estrans la plage du Vieux-Boucau.

Teneurs pondérales. Les poids des minéraux lourds sont, en général, assez élevés dans les sables des dunes; on trouve cependant quelques chiffres assez faibles au Cap Ferret, à Labenne et surtout au Vieux-Boucau.

FRACTIONS LÉGÈRES. Les fractions légères des dunes sont surtout formées de quartz. On y trouve des feldspaths, parfois relativement abondants de la Pointe de Grave à l'Amélie. Les roches schisteuses se rencontrent en faible proportion à Lacanau, au Cap Ferret et à Anglet; elles sont abondantes à Hendaye. On trouve également dans les dunes de rares silex au Cap Ferret, et quelques micas et grès à Hendaye.

En résumé, les sables des dunes ont une composition minéralogique très proche de celle des plages qu'elles bordent. Mais, en général, *il y a dans les dunes plus de grenat et de staurotide, et moins d'andalousite et d'augite*. Le quartz est le constituant majeur de la fraction légère. Les grains de quartz sont arrondis ou émoussés dans l'ensemble. Il n'y a que sur la dune d'Hendaye que les grains sont non usés.

Nous verrons dans la 2^e partie, quelle a été la contribution des dunes aux plages ou inversement.

CONCLUSION

ESSAI DE RECONSTITUTION DU RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ANCIEN DE LA CHALOSSE, DU BÉARN ET DU PAYS-BASQUE

Au Pliocène supérieur, des dépôts très hétérogènes recouvrent les plateaux de Cieutat-Orignac et de Ger.

Les terrains métamorphiques siluriens, dévoniens et carbonifères, associés à des roches vertes et à du granite normal [Lacroix, 1900], semblent les sources principales de ces formations. Les schistes sont plus abondants sur le plateau d'Orignac que sur celui de Ger.

Au Quaternaire ancien, les alluvions de la nappe de Palengat se déposent sur les parties hautes des flancs des deux cônes puis s'étalent en vastes digitations orientées SSE-NNW, s'infléchissant de plus en plus vers l'W à mesure qu'on s'éloigne des Pyrénées pour former les plateaux qui dominent la rive gauche de l'Adour et se prolonger ensuite vers le NNW et rejoindre la mer (fig. 8). Ces alluvions sont assez proches pétrographiquement des formations de Lannemezan, les roches-mères semblent à peu près les mêmes, mais avec une plus grande participation des roches granitiques. Les schistes sont toujours plus abondants sur le cône d'Orignac que sur celui de Ger. L'étalement de ces formations en aval, en remaniant les Sables fauves, les a enrichies en staurotide, de même que la décomposition sur place des galets de schistes maclifères a souvent fortement élevé les pourcentages d'andalousite.

Toutes les alluvions de la nappe de Palengat dérivent-elles d'un même Gave de Lourdes s'épanouissant en plusieurs bras? Cela semble bien évident pour les formations de Duhort, Grenade, Hagetmau, Cazalis, Amou, sans doute aussi Meilhan; mais, pour celles d'Amou, peut-être pourrait-on penser à un Gave d'Ossau comme affluent, passant par Lescar, et plus riche en épidote.

Les alluvions de la nappe d'Espoey, dans la vallée de Pontacq, traduisent par leur pétrographie un régime fluvial différent. *Cette nappe pratiquement caractérisée par deux minéraux, amphibole et épidote*, est formée du produit de l'érosion d'un nombre limité de roches : granites à amphiboles, granulites, roches vertes surtout et quelques roches du cortège métamorphique, matériel pris vraisemblablement moins en amont. Ce Gave de Pontacq, d'extension moins grande que les Gaves précédents, s'orientait davantage vers l'W.

La nappe d'Ossun, soit dans la vallée de Pontacq, soit dans la vallée d'Adé est un nouvel épisode fluvial du Gave de Lourdes. Il suppose, ou bien l'érosion des mêmes roches que la nappe d'Espoey, avec un peu plus d'apport des roches métamorphiques, ou encore la reprise du même matériel et la désagrégation des galets de roches métamorphiques qui fournissent la tourmaline

et l'andalousite plus abondante. Cette deuxième hypothèse semble confirmée par une plus grande abondance des schistes dans cette nappe et un commencement d'émoussé d'une partie des quartz.

Ce Gave ancien, formé de deux branches, suivait alors, pour la plus occidentale, le même tracé que le Gave de Pontacq et par l'autre rejoignait l'Adour par la vallée d'Adé [Alimen, 1953].

La nappe de Montaut est formée, soit du produit de l'érosion des mêmes roches, soit de la reprise du même matériel. La pétrographie de ses alluvions est tout à fait semblable à celle des alluvions de la nappe précédente. Ce nouveau Gave, abandonnant alors les vallées suivies par les Gaves antérieurs, ouvrait une vallée nouvelle qui allait rester celle du Gave de Pau actuel.

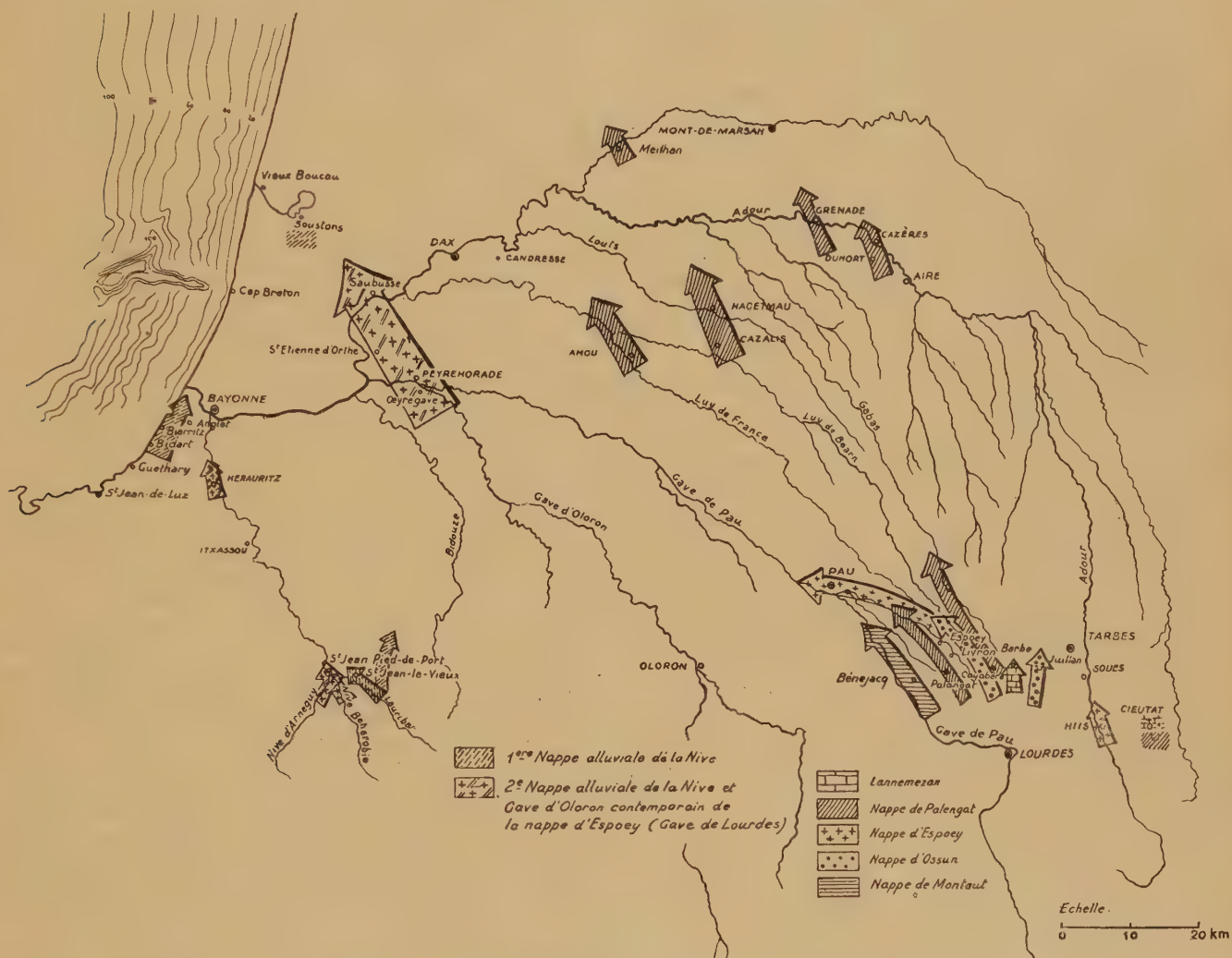


FIG. 8. — Réseau hydrographique ancien de la Chalosse, du Béarn et du Pays basque.

Les alluvions actuelles du Gave de Pau sont minéralogiquement très proches des alluvions des nappes anciennes, elles n'en diffèrent que par la présence de la pigeonite.

Il y a, depuis le Gave de Pontacq jusqu'au Gave de Pau actuel, une continuité dans la pétrographie de ces alluvions successives qui laisse supposer que le bassin d'alimentation a peu varié depuis la formation de la nappe d'Espoey. Il semble que les granites à amphiboles et l'ophite de Lourdes soient les principales sources de ces alluvions, avec une très faible participation des roches métamorphiques.

Mais si les Gaves issus de la nappe de Palengat devaient se prolonger dans la région occupée maintenant par le Sable des Landes, il n'en est pas de même pour le Gave de Pontacq et les Gaves de Barlest et de Bénéjacq dont le cours suivait un tracé plus occidental. Le Gave d'Oloron, qui passait alors par Saubusse coupant la région occupée actuellement par l'Adour, barrait ainsi le chemin au Gave de Pontacq qui cherchait un débouché vers la mer.

Il semble donc que le Gave de Lourdes, déjà à l'époque de la nappe d'Espoey, se réunissait avec le Gave d'Oloron.

Les alluvions anciennes de ce Gave d'Oloron semblent plus récentes que les alluvions de la nappe de Palengat. On y trouve encore, comme dans le Gave de Pontacq, des galets altérés de roches vertes et de roches granitiques qui, bien que non déterminables avec précision, sont tout de même reconnaissables. La plupart des sédiments sableux paraissent là aussi le produit de la désagrégation sur place des galets altérés.

Le Gave d'Oloron était-il à cette époque un affluent d'un Adour plus septentrional ? Ou se jetait-il directement dans la mer ?

Il paraît très difficile de répondre à ces questions : l'Adour en aval de Saubusse ayant, dans un cours antérieur à son cours actuel, remanié les alluvions du Gave d'Oloron, la différenciation des apports de l'un ou l'autre fleuve semble presque impossible. Quant à l'Adour, avant de venir rejoindre la mer au Boucau, il a passé par bien des vicissitudes et son cours s'est souvent déplacé. Parallèlement au Gave de Lourdes, il construisait ses terrasses avec un matériel issu de massifs très voisins, aussi la pétrographie de ses alluvions est-elle le plus souvent très proche de celle du Gave.

Au Quaternaire ancien, on trouve, sur la partie haute du flanc du cône de Cieutat-Orignac, des dépôts minéralogiquement analogues à ceux que le Gave déposait sur les flancs du cône de Ger ; de même, les alluvions d'Hiis, contemporaines de celles du Gave de Pontacq, sont-elles aussi pétrographiquement identiques.

Il est d'ailleurs difficile de retrouver les alluvions des nappes anciennes du cours bigourdin de l'Adour, ses terrasses individualisées à l'amont se recouvrent à l'aval sensiblement vers Tarbes [Alimen, 1953].

Puis, en aval de Tarbes, successivement le Gave de la nappe d'Ossun et le Gave de la nappe de Montaut qui suivaient la vallée d'Adé, par leur branche orientale, rejoignaient l'Adour en mélangeant leurs alluvions qu'on ne peut alors différencier. Ce n'est qu'à l'époque du dépôt de la terrasse de 5 m de Soues que les deux fleuves se sont définitivement séparés.

Au Quaternaire ancien, le Gave de Lourdes rejoignait la mer directement en suivant la direction SSE-NNW, faut-il admettre que l'Adour suivait un trajet parallèle (L.A. Fabre, Blayac, J. Bourcart) ou au contraire qu'il était un « modeste affluent du Gave de Garlin » (F. Taillefer) ? La pétrographie des alluvions des deux fleuves est si proche qu'il est pratiquement impossible de trouver un critère capable de les différencier.

Il est bien évident que l'amorce de la grande boucle de l'Adour est postérieure au dépôt de la nappe de Palengat, puisqu'elle la recoupe perpendiculairement. A ce moment de son histoire, l'Adour suivait peut-être son cours actuel entre Aire et Dax, mais ne pouvait former sa boucle entre Saubusse et Port-de-Lanne, puisque le Gave d'Oloron, sans doute grossi du Gave de Pontacq, passait par Saubusse ; il faut alors admettre que l'Adour se dirigeait directement vers l'W pour rejoindre la mer, et recevait le Gave d'Oloron au N de Saubusse.

La boucle de l'Adour entre Saubusse et Port-de-Lanne est donc postérieure au dépôt de la nappe d'Espoey, puisqu'elle recoupe au S de Saubusse les alluvions du Gave d'Oloron recevant le Gave de Pontacq.

Mais à partir du Bec des Gaves, l'Adour avant de rejoindre la mer au Boucau a plusieurs fois allongé ou raccourci son cours.

A l'époque historique, l'Adour passait déjà par Bayonne et, suivant parallèlement la côte, se jetait dans la mer, soit au Vieux-Boucau — anciennement Port d'Albret — soit à Hossegor. Après les travaux de Louis de Foix en 1578 qui lui ouvraient un débouché direct vers la mer, le fleuve oscillait encore entre Biarritz et le Boucau, avant de choisir son embouchure actuelle [Jacquot et Raulin, 1874-1888; Harlé, 1912; Saint-Jours, 1933, 1934].

E. Harlé [1912] signale à 1 km de Cap Breton « à l'emplacement de l'ancien lit de l'Adour du ^{xvi}^e siècle ou à côté » une carrière de graviers en exploitation. Les cailloux, dit-il, ont un aspect pyrénéen et sont en grande partie de granite et surtout d'ophite. Cette carrière, connue sous le nom de carrière d'Hossegor, qui est maintenant envahie par un petit étang, est-elle un témoin de l'Adour historique ou d'une nappe plus ancienne de l'Adour, comme le pensait Harlé? Ou bien encore est-elle située sur le trajet d'un fleuve ancien coupant perpendiculairement vers la côte? Gave d'Oloron ou même Nive? Peut-être même a-t-elle été sur le trajet de plusieurs fleuves successifs. Le problème est, là, presque impossible à résoudre, car l'Adour a certainement dans un cours antérieur remanié les alluvions anciennes des fleuves qui ont pu le précéder dans cette région. Si l'Adour, le Gave d'Oloron, la Nive sont bien individualisés pétrographiquement par leur association minéralogique, il est très difficile pour ne pas dire impossible, de définir les apports de chacun des fleuves, lorsqu'il y a eu des remaniements successifs.

Pendant le même temps, plus à l'W, les Nives successives abandonnaient leurs alluvions anciennes. La première nappe, dont on retrouve les témoins dans la région de Biarritz-Bidart, est une Nive du Lauribar et du massif cristallin du Labourd. Le Lauribar étant surtout formé d'éléments de grès du Trias associés, pour la fraction lourde, aux minéraux des ophites.

La seconde nappe, qui forme la terrasse d'Héauritz, très différente quantitativement, est tributaire cette fois des Nives d'Arnéguy et de Béhérobie et du massif du Labourd. Dans les fractions lourdes des Nives d'Arnéguy et de Béhérobie, les minéraux des ophites dominent nettement, il n'y a presque plus de minéraux des grès triasiques; alors que les fractions légères sont plutôt quartzueuses avec, dans la Nive d'Arnéguy, une prédominance des schistes.

Quant à la nappe de Biarritz-Anglet, elle est formée des mêmes minéraux, mais dans des proportions tout à fait différentes. Elle est tributaire originellement, semble-t-il, de la première nappe, puis elle a été remaniée par la seconde avant d'être à nouveau reprise par l'Adour, au moment où son embouchure se situait vers Biarritz.

La basse terrasse de la Nive s'apparente pétrographiquement aux alluvions d'Héauritz et est surtout formée des minéraux des ophites pour la fraction lourde, avec un peu plus d'éléments des grès triasiques pour la fraction légère.

La Nive ancienne a vraisemblablement atteint le Vieux-Boucau (carrières de Soustons), mais il est difficile de préciser si, pour rejoindre cette région, elle est passée par l'intermédiaire de la Bidouze, ou, si après avoir formé la nappe de Biarritz-Bidart, son cours s'est allongé vers le N. De même que pour les alluvions du Gave d'Oloron, l'Adour en esquissant son mouvement enveloppant pour rejoindre la mer a remanié les éléments des fleuves qui l'ont précédé et on ne peut, entre Soustons et Biarritz-Bidart, retrouver des alluvions anciennes bien individualisées.

Mais si les alluvions des carrières de Soustons (indiscutablement 1^{re} nappe alluviale de la Nive) sont bien le prolongement de la nappe de Biarritz-Bidart, peut-être est-il possible de penser que, plus tard, l'Adour en suivant parallèlement la côte pour se jeter dans la mer tantôt au Vieux-Boucau, tantôt à Hossegor, a tout simplement retrouvé un ancien cours de la Nive.

Ainsi est esquissé dans ses grandes lignes le réseau hydrographique ancien de la Chalosse, du Béarn et du Pays basque, tel que la pétrographie des nappes anciennes étudiées dans ce travail permet de le reconstituer.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE DES PLAGES DE POINTE DE GRAVE A HENDAYE

CHAPITRE I

1. Stratigraphie et morphologie de la côte

La côte de Pointe de Grave à Hendaye est presque rectiligne de l'embouchure de la Gironde à celle de l'Adour, puis, à partir de Biarritz, elle s'infléchit doucement vers l'W, pour, de St-Jean-de-Luz à la Bidassoa, s'orienter perpendiculairement à sa direction primitive.

De la Gironde à l'Adour, la côte est plate, bordée de dunes et d'étangs, découpée seulement par le bassin d'Arcachon. Aucun fleuve ne vient rejoindre la mer tout le long de cette côte. Seuls, de petits cours d'eau, les « courants », font communiquer les étangs avec la mer. La Leyre, plus importante par la longueur de son cours, se jette dans le bassin d'Arcachon après un cours tranquille dans le Sable des Landes.

Les dunes plantées de pins recouvrent toutes les falaises qui bordent le rivage et masquent, en général, le terrain sous-jacent. Il est pourtant visible en plusieurs points, à la falaise du Gurp et le long de la côte entre L'Amélie et Montalivet.

De nombreux auteurs ont décrit la coupe du Gurp, elle peut d'ailleurs varier suivant que la côte se trouve en période d'ensablement ou de désensablement. Schématiquement, elle se présente de la façon suivante [Fabre, 1939] : à la base, l'argile bleue (Pliocène supérieur) surmontée d'un niveau tourbeux, que recouvrent des sables plus ou moins argileux suivant les points de la coupe, puis un sol ancien, à foyers néolithiques, et enfin la dune moderne.

A. Fabre [1939] a reconnu à la Pointe de la Négade, à la suite d'une violente tempête au printemps 1936, un sable graveleux verdâtre sous l'argile du Gurp. Cette couche lui est apparue, à la même époque, dans une « baine »¹ à 1 km au S de la Pinasse. Ces sables verts, épais environ de 0,50 m, reposent sur une couche de sable fin, gris bleuâtre.

A partir de l'embouchure de l'Adour, l'aspect de la côte est tout différent. Les dunes se poursuivent encore jusqu'à Anglet, mais avec le Stampien de la Chambre d'Amour et du phare St-Martin commence la coupe classique de Biarritz.

Le Lattorien forme les rochers du Basta, de l'Atalaye et du Port-Vieux qui donnent un aspect si particulier à cette région.

La falaise de la Côte des Basques est formée principalement de marnes lutétiennes recouvertes de dunes; le Lutétien se poursuit jusqu'au delà de la falaise de Handia, coupé par quelques lambeaux apparents de Trias, de Jurassique et de Crétacé. Et ainsi se continue la série stratigraphique jusqu'au Flysch cénomano-turonien de Bidart.

1. Nom local donné aux fosses allongées et parallèles à la côte que les courants creusent dans le sable de la plage.

Le Quaternaire apparaît en quelques points, comme à la chapelle de la Madeleine à Bidart où les alluvions anciennes, graviers et limons, descendent jusqu'à la plage. Ce n'est qu'après l'embouchure de l'Ouhabia, entre Bidart et Guéthary, que commence vraiment le domaine du Flysch qui donne un aspect si tourmenté et si pittoresque à cette partie de la côte. Il est échancré par la baie de St-Jean-de-Luz et se termine en France, à Hendaye.

De la Pointe Ste-Anne à Hendaye, les calcaires sénoniens et daniens s'avancent en promontoire dans la mer.

Deux cours d'eau d'importance différente se jettent dans la baie de St-Jean-de-Luz, tout d'abord la Nivelle au port de Ciboure, et l'Hutxin, petite rivière tranquille qui rejoint la mer à Socoa. Enfin la Bidassoa sépare la France de l'Espagne.

2. Plateau continental

Plusieurs auteurs ont établi la carte du Plateau continental du golfe de Gascogne : le Service hydrographique de la Marine, Delesse [1871], Thoulet [1895] et L. Dangeard (Atlas de France, n° 25). Ils arrivent sensiblement au même schéma.

Le Plateau continental entre la Pointe de Grave et la Bidassoa est surtout constitué par des sables. Ceux-ci se rencontrent jusqu'à la profondeur de — 100 m, entre la Gironde et le bassin d'Arcachon. Depuis Arcachon, ils sont remplacés par des sables vaseux à partir d'une profondeur d'environ — 50 m. On retrouve une mince bande de sables vaseux à — 25 m, de la Pointe de la Négade à Lacanau. Les sables vaseux se rencontrent également à — 25 m au N de l'embouchure de l'Adour et à — 375 m au Gouf de Cap Breton. Un cordon de graviers entre — 50 m et — 25 m longe la côte d'Arcachon au Vieux-Boucau.

On trouve des roches à une profondeur de — 25 m entre la Pointe de Grave et Montalivet; on en retrouve également à la même profondeur de long de la côte basque.

Au large de l'embouchure de la Gironde, à une profondeur se situant environ entre — 25 m et — 100 m, on rencontre au milieu des sables, des graviers, des sables vaseux et de la vase.

3. Aspect des plages

L'aspect des sables de plage de Pointe de Grave à Hendaye change plusieurs fois du N au S; ces variations sont dues soit à la composition minéralogique ou à la granulométrie, soit aux deux causes réunies.

De Pointe de Grave au Boucau, immédiatement au N de l'Adour, le sable est composé en majeure partie de quartz dont une proportion notable est patinée de fer, ce qui donne une nuance jaunâtre à l'ensemble.

A partir de l'embouchure de l'Adour, les variations d'aspect sont plus fréquentes.

De La Barre, immédiatement au S de l'Adour, jusqu'à la Côte des Basques, le sédiment est plus gris, il y a toujours des quartz patinés d'oxyde de fer, surtout les petits graviers de quelques millimètres, mais la teinte du sable est donnée par les grains gris foncé et noirs : micaschistes, fragments de roches, scories en proportions assez importantes. De la Côte des Basques à Guéthary, le sable est de nouveau plus jaune, mais cette fois d'une nuance plus foncée qu'au N de l'Adour; il y a des quartz jaunâtres, mais surtout des silex et peut-être des fragments de quartzites très ferritisés.

La plage de Guéthary est plus grise; le sable quartzueux est de même aspect que celui des plages précédentes mais la nuance générale grise est donnée par les silex de quelques millimètres de longueur.

Les échantillons de St-Jean-de-Luz, bien que de composition très voisine de celle de la plage précédente, varient d'un point à un autre. Celui pris devant le Flysch est très gris, même le sable fin; le sable de la plage varie du N au S: l'échantillon pris au N est très grossier avec encore pas mal d'éléments gris et des quartz jaunis, celui au S est un sable fin beaucoup plus jaune avec peu de silex. Le sable de Socoa est tout à fait jaune et très coquiller; il s'apparente par cette caractéristique au sable d'Hendaye très fin, très coquiller, mais gris.

En résumé : une grande unité de Pointe de Grave à l'Adour que la granulométrie, pourtant souvent différente d'une plage à une autre, ne fait pas varier d'aspect, la composition minéralogique étant toujours du quartz.

Au S de l'Adour, les faits sont plus compliqués. De l'Adour à Guéthary, deux petites unités dues aux variations de composition minéralogique. A partir de Guéthary, la granulométrie liée à la composition minéralogique devient un facteur important; la nuance principale étant donnée par les silex gris qui se cantonnent toujours dans la fraction grossière du sédiment.

Le sable de Socoa est fin mais encore jaunâtre, celui d'Hendaye est fin lui aussi, mais gris.

SABLES NOIRS. De Pointe de Grave au Pilat, l'ilménite associée à de la magnétite qui apparaît parfois en proportion massive, donne aux plages un aspect noir assez inattendu. On la retrouve d'ailleurs plus au S, mais en faible proportion [Duplaix, 1948].

A Mimizan, elle m'est apparue en traînées noires, un lendemain de tempête, sur les bords du courant qui fait communiquer l'étang d'Aureilhan avec la mer. En profondeur, on la trouvait par couches fines éloignées les unes des autres de 2 cm environ. En s'éloignant de la rive, elle disparaissait, il n'y avait plus que du quartz. Sur les dunes au S du courant, on retrouve la même stratification.

Au Vieux-Boucau également, j'ai observé quelques traînées noires, toujours aux mêmes points de la plage, les jours de grande marée.

Les faibles proportions que j'ai observées au Vieux-Boucau après les tempêtes d'équinoxe me font supposer que cette région est un des points les plus méridionaux où on peut encore l'observer d'une façon suivie.

GALETS. Les galets sont peu abondants sur la côte des Landes, on en trouve sporadiquement en quelques points qui peuvent d'ailleurs changer suivant l'état de la mer : ce sont des galets du cordon sous-marin qui sont rejetés sur les plages par les tempêtes.

J'ai observé un dépôt de galets et de graviers en un point bien localisé, au S du courant de Mimizan. J'ai retrouvé un même dépôt de graviers et de galets, également au S du courant du Vieux-Boucau. Il semble que ces petits cours d'eau, qui, dès leur embouchure franchie, suivent parallèlement la côte du N au S, favorisent en ces points la localisation des graviers et des galets.

A partir de Labenne, on trouve plus régulièrement des galets, bien qu'en proportion toujours assez faible par rapport au sable.

GRAVIERS. Au large de l'embouchure de l'Adour, se forme une barre sous-marine composée de graviers accompagnés de sable, on retrouve ces graviers sur les plages à partir de Labenne, ils se continuent tout le long de la côte depuis la rive gauche du fleuve jusqu'à St-Jean-de-Luz qui semble leur limite sud.

Ils sont toujours recouverts de sable mais apparaissent à plus ou moins grande profondeur stratifiés avec des lits de sable. Une coupe de la plage de Biarritz montre cette alternance qui semble se répéter profondément.

Le talus de la plage de La Barre, immédiatement au S de l'embouchure de l'Adour, est formé de ces mêmes graviers stratifiés avec de minces lits de sable.

CHAPITRE II

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES PLAGES

Les sables ont tous été prélevés en surface à une profondeur maximum de 5 cm, sur l'estran entre la haute mer et la basse mer.

A *Pointe de Grave* (R 51 et B 2) et aux *Huttes* (B 4 et 2 c), deux échantillons ont été prélevés à des dates différentes comme témoins des variations minéralogiques qui peuvent affecter les plages. A *Biarritz*, R 1 est un échantillon de la grande plage; R 5 est un échantillon de la Côte des Basques. A *Bidart*, R 10 est un prélèvement au S de l'Ouhabia. A *St-Jean-de-Luz*, V 72 est pris devant le Flysch de la pointe Ste-Barbe, R 13 au N et R 14 au S de la plage.

I. Fractions lourdes

A) *RÉPARTITION DES MINÉRAUX LOURDS* (tabl. XVIII). — La composition minéralogique lourde des sables de Pointe de Grave à Hendaye est formée, pour l'ensemble des plages, de 19 minéraux. Elle est qualitativement très homogène, la plupart des minéraux se rencontrent partout; mais l'analyse quantitative met en évidence des différences très nettes. Les pourcentages varient souvent sensiblement d'une plage à l'autre (fig. 9).

On trouve sur cette côte deux minéraux dont la répartition géographique revêt une importance toute particulière et leur permet de jouer le rôle de *minéraux indicateurs*, ce sont l'*hypersthène* et la *pigeonite*.

L'*hypersthène* est un minéral caractéristique de la partie nord de la côte, qui disparaît entre Cap Breton et Labenne; la *pigeonite*, au contraire, commence à Mimizan, devient plus fréquente dès qu'on atteint l'embouchure de l'Adour pour être plus abondante à partir de St-Jean-de-Luz (même si l'on excepte l'échantillon V 72). Il y a une zone de mélange de ces deux minéraux indicateurs entre Mimizan et Cap Breton.

L'*augite* également peut jouer le rôle de minéral indicateur. Elle est présente sur toute la côte, mais est beaucoup plus abondante de Pointe de Grave à Labenne, la baisse de pourcentage se produit à peu près au même point que la disparition de l'*hypersthène*.

L'*amphibole* est présente tout le long de la côte; mais elle est particulièrement abondante sur les plages qui entourent l'embouchure de l'Adour et dans la partie sud à partir de St-Jean-de-Luz et surtout à Hendaye. Il y a aussi quelques remontées de la courbe entre les Huttes et L'Amélie et entre Mimizan et le Vieux-Boucau; mais entre ces deux points, les pourcentages ne dépassent jamais 20 %.

L'*épidote* suit une courbe à peu près identique à celle de l'*amphibole*, l'augmentation des pourcentages se fait sensiblement aux mêmes points de la côte, elle est en général moins abondante.

L'*andalousite* semble le minéral le plus régulièrement abondant, on la rencontre sur toutes les plages sauf à Hendaye. Les minima de la courbe se situent : au Cap Ferret-Le Pilat, sur les deux plages qui entourent l'embouchure de l'Adour (Le Boucau-La Barre) et à St-Jean-de-Luz et Socoa.

La *staurotite*, bien que présente sur toutes les plages, paraît bien plus abondante sur la partie nord de la côte; sa courbe de fréquence est exactement l'inverse, jusqu'à Hossegor, de celle de l'*andalousite*, puisque

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotide	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Monazite	Teneurs pondérales
Pte de Grave (R 51)	26	+	10				1	8	+	27	1	+	6	6	13		2			1,10
— (B 2)	13	1	7	1	+		1	12	+	26			4	9	24		2			0,94
La Claire (1 c)	15	1	22	+	+		3	19	1	16		+	3	2	15		3	+		8,87
Les Huttes (B 4)	14	1	33	+			+	18	+	15		+	2	3	14		+	+		1,37
— (2 c)	17		4		+		3	5	+	29	1		3	16	22		+			0,61
Les Arros (R 58)	20		2				1	9		36			3	10	18		1			0,41
Soulac (R 50)	13	1	9				1	8	2	22			10	15	16		3			1,33
L'Amélie (3 c)	13	1	7	+	1		2	8	1	23	+		7	17	19		1			1,62
La Négade (R 59)	17		11		1		+	6		36			3	8	16		2			0,41
Lacanau (R 48)	20	2	9					18		33			4	2	10		1	1		0,31
Cap Ferret (B 1)	13	1	18	+	+	+	1	22	1	13		+	5	5	19		2			0,90
Pilat-Plage (R 38)	8	2	34	1	+		+	23	+	5			2	1	21		3			15
Mimizan (V 74)	18	5	10		1	1		1		31			4	12	16	1				0,04
Messanges (V 55)	18	2	10	1	1		1	12		19			8	12	15	+	1			0,16
Vieux-Boucau (V 53)	23		7					7		19			3	11	29	+	1			0,20
Hossegor (R 27)	14	1	5					8		24	1		10	9	23	2	3	+	+	0,11
Cap Breton (R 26)	19	+	5				2	14		32			4	7	16	+	1			0,43
Labenne (R 98)	14	1	9		+		1	9	+	22			11	12	17	4				0,22
Le Boucau (R 97)	7		1	+	+			+		15			19	47	3	8				0,90
La Barre (R 4)	7	+	4		+			1		12			28	39	2	6		1		1,32
Biarritz (R 1)	13		2					1		17			21	32	6	8				1,15
— (R 5)	15	2	1		+		+	8	+	31			15	21	1	6				0,20
Bidart (R 11)	22	1	2	+	+	+		6	1	34			15	6	4	9				0,86
— (R 10)	25	+	8	+				8	1	27			15	8	3	5				0,58
Guéthary (R 9)	19	1	6					9	1	40	1		9	6	3	4		1		0,63
St-Jean-de-Luz (V 72)	1	+	+							9			1	5	2	82				4,75
— (R 13)	31	6	4	6				10		8			15	4	4	12				0,26
— (R 14)	19		1					2		31			9	15	4	19	+			0,24
Socoa (R 33)	17	2		2	1		1	1	+	7			21	15	3	30				0,76
Hendaye (R 20)	3	1			+			1					30	40	4	22				1,24

TABLEAU XVIII. — Fractions lourdes des plages.

Le signe + indique < 0,5 %

ses pourcentages les plus élevés se situent au Cap Ferret - Le Pilat. A partir d'Hossegor, sa courbe devient parallèle à celle de l'andalousite.

La courbe de fréquence du *grenat* suit tout le long de la côte celle de la staurotide, son maximum se situant au Pilat, il est absent à Socoa et à Hendaye.

La courbe de la *tourmaline* suit sur toutes les plages celle de l'andalousite, mais elle y est moins abondante en général.

Les autres minéraux ne se rencontrent qu'irrégulièrement sur les plages : le *zircon* est présent sur un assez grand nombre de plages, mais toujours en faible proportion; les deux oxydes de titane, *rutile* et *anatase*, assez peu fréquents, sont aussi peu abondants; le *sphène*, peu abondant en général, est plutôt cantonné dans la partie nord de la côte, il est présent sur toutes les plages jusqu'à Labenne et, plus au S, ne se rencontre qu'à Biarritz et Socoa; le *disthène* est plus régulièrement présent dans la partie nord lui aussi, pour réapparaître d'une façon suivie entre le Côte des Basques (Biarritz R 5) et Guéthary.

Les autres minéraux sont si peu fréquents et abondants qu'ils ne présentent aucun intérêt.

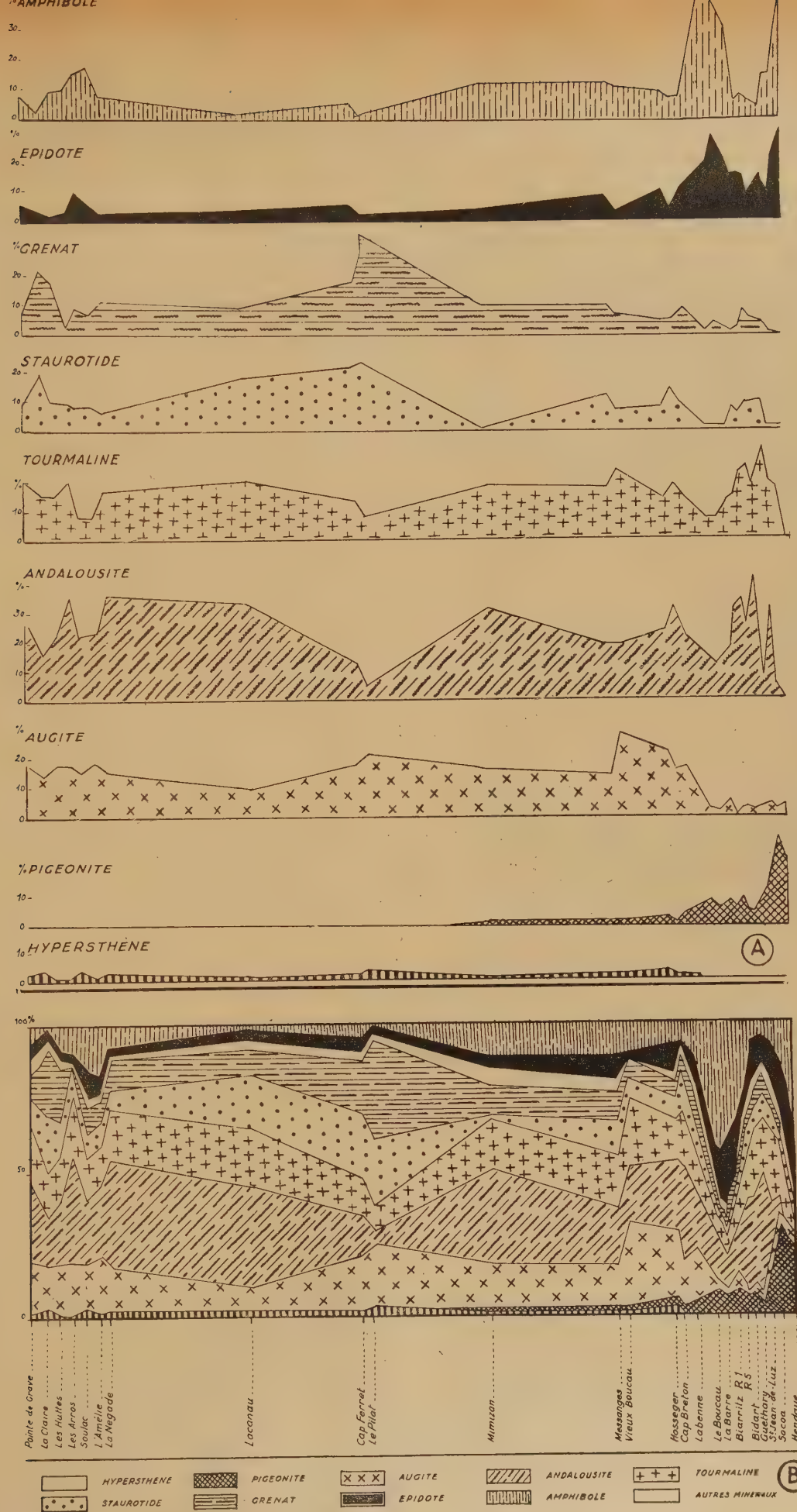


Fig. 9. — Composition minéralogique des plages de la Pointe de Grave à Hendaye.

En résumé, à côté des deux minéraux indicateurs, hypersthène et pigeonite, l'un des plages nord et l'autre des plages sud du golfe de Gascogne, on trouve d'autres minéraux qui, bien que présents sur toutes les plages, sont par leurs pourcentages différents susceptibles eux aussi de caractériser, soit une partie, soit une autre de cette côte.

L'augite, ainsi qu'on l'a vu plus haut, est un minéral du N de la côte. L'amphibole et l'épidote, au contraire, sont caractéristiques des plages du S : leurs pourcentages augmentent déjà à Labenne mais surtout à partir du Boucau, exactement au point où s'infléchit la courbe de l'augite. La staurotide et le grenat subissent aussi une baisse de pourcentage au Boucau. L'andalousite et la tourmaline sont plus régulièrement abondantes sur toute la côte, mais marquent tout de même par une diminution de leurs pourcentages le voisinage de l'embouchure de l'Adour.

UNITÉS PÉTROGRAPHIQUES ET SOUS-GROUPES. Il y a donc avec les principaux minéraux, comme l'augite, l'amphibole, l'épidote, moins nettement avec le grenat et la staurotide et dans une certaine mesure avec l'andalousite et la tourmaline, une coupure pétrographique qui se situe tantôt au N, tantôt au S de la plage de Labenne.

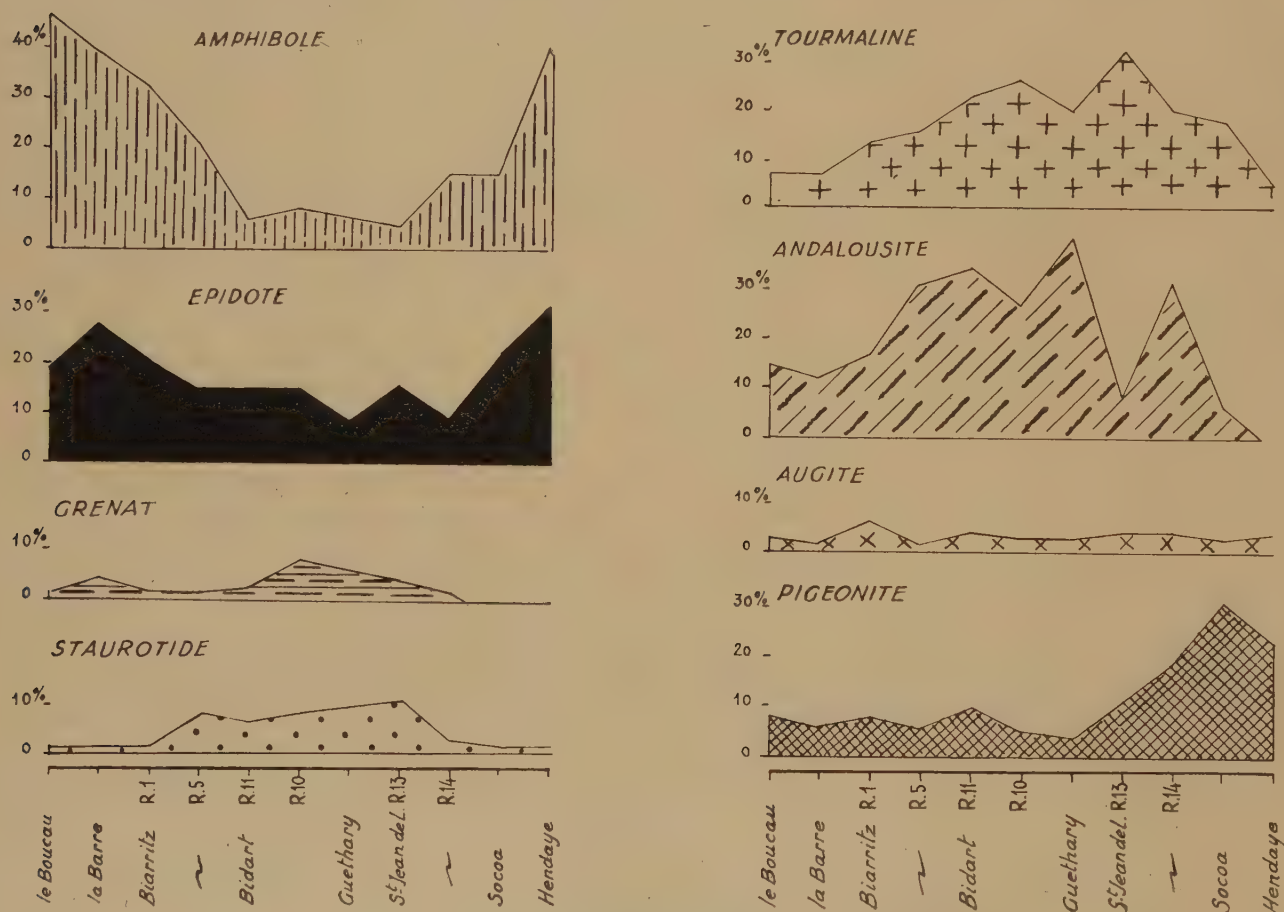


FIG. 10. — Composition minéralogique des plages de la côte basque.

Cette coupure pétrographique qui se place légèrement au N de l'embouchure de l'Adour, divise la côte du golfe de Gascogne en deux unités principales.

La première unité allant de Pointe de Grave à Labenne semble assez homogène dans l'ensemble. Il y a quelques variations des maxima et des minima des courbes; la plus importante se situe dans la région du Cap Ferret—Le Pilat, les deux plages qui entourent le bassin d'Arcachon;

les autres (La Claire — Les Huttes, Soulac — L'Amélie, Vieux-Boucau — Hossegor) sont de moindre ampleur.

La *seconde unité* du Boucau à la Bidassoa est plus complexe, les variations de pourcentages sont souvent grandes d'une plage à une autre. Pour en faciliter l'observation, j'ai établi un tableau à une échelle agrandie pour la côte basque (fig. 10).

Il semble alors qu'on pourrait envisager de diviser la côte basque en plusieurs sous-groupes, trois avec la plupart des minéraux, deux avec la pigeonite. Les courbes de fréquence du grenat et de l'augite ne présentent pas de variations suffisantes pour leur permettre de caractériser des groupes différents.

Avec l'épidote, la staurotide, l'andalousite, la première coupure entre les groupes se place entre la grande plage de Biarritz (R 1) et la Côte des Basques (R 5); avec l'amphibole et la tourmaline, entre la Côte des Basques et la plage de Bidart.

La seconde coupure se situe, avec l'amphibole, la staurotide, la tourmaline, au milieu de la baie de St-Jean-de-Luz; avec l'épidote et sans doute aussi l'andalousite, entre St-Jean-de-Luz et Socoa. La seule coupure déterminée par la pigeonite se place entre Guéthary et St-Jean-de-Luz.

Le disthène est présent sur la côte basque entre la Côte des Basques et Guéthary.

Les limites des sous-groupes ne se situent donc pas toujours au même point, mais leur déplacement n'excède jamais une plage; il y a donc tout de même une certaine concordance dans la répartition géographique de ces sous-groupes.

Il est maintenant nécessaire de voir si l'association minéralogique, l'analyse pondérale, les minéraux légers confirmeront ou infirmeront les coupures pétrographiques esquissées par les minéraux lourds.

B) ASSOCIATION MINÉRALOGIQUE. — La variation de fréquence des minéraux lourds, parfois importante sur les plages, conduit à la formation d'associations minéralogiques différentes du N au S de la côte.

Si l'on fait un tableau de l'association minéralogique¹ de chaque plage (tabl. XIX) on remarque que 8 minéraux entrent dans la composition de ces associations minéralogiques, mais avec des fréquences assez différentes. L'andalousite est présente 25 fois, puis par ordre décroissant: la tourmaline (23), l'augite (17), l'épidote (10), l'amphibole (7), la staurotide (6), la pigeonite (5) et le grenat (4).

UNITÉS PÉTROGRAPHIQUES ET SOUS-GROUPES. De Pointe de Grave jusqu'à Labenne, l'augite est le minéral indicateur de l'association minéralogique, elle est remplacée à partir de la plage du Boucau par l'épidote qui joue le même rôle dans la partie sud de la côte.

C'est donc entre les plages de Labenne et du Boucau que se situe cette importante coupure pétrographique qui divise la côte du golfe de Gascogne en deux grandes unités.

Mais si l'unité pétrographique qui se situe entre la Pointe de Grave et Labenne connaît peu de variations, il n'en est pas de même de celle qui commence au Boucau pour se terminer à Hendaye. Aussi semble-t-il nécessaire de la diviser en trois sous-groupes. Le premier est caractérisé par la présence de l'amphibole avec l'épidote dans l'association minéralogique; le second par le remplacement de l'amphibole par la tourmaline; et le troisième par l'apparition de la pigeonite dans l'association minéralogique. Ce dernier est d'ailleurs moins homogène que les autres, car à la pigeonite et l'épidote peuvent s'ajouter soit la tourmaline, soit l'andalousite, ou bien encore l'amphibole à Hendaye (fig. 11).

1. L'association minéralogique est formée des minéraux les plus abondants qui donnent à un sédiment sa caractéristique.

Les coupures pétrographiques qui séparent ces sous-groupes se situent : *la première* entre la grande plage de Biarritz (R 1) et la Côte des Basques (R 5) (la grande plage de Biarritz étant une zone de transition où les deux minéraux, amphibole et tourmaline, sont présents dans l'association minéralogique); *la seconde* se place entre Guéthary et St-Jean-de-Luz.

	Tourmaline	Grenat	Staurotide	Andalousite	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite
Pointe de Grave (R 51) ..	X			X			X	
— (B 2) ...	X			X			X	
La Claire	(X)	X	X	X			(X)	
Les Huttes (B 4)	(X)	X	X	X			(X)	
— (2 c)	X			X			X	
Les Arros	X			X			X	
Soulac	(X)			X		X	X	
L'Amélie	(X)			X		X	X	
La Négade	X			X			X	
Lacanau	X		X	X				
Cap Ferret		X	X				X	
Pilat-Plage		X	X				X	
Mimizan	X			X			X	
Messanges	X			X			X	
Vieux-Boucau	X			X			X	
Hossegor	X			X			X	
Cap-Breton	X			X			X	
Labenne	X			X			X	
Le Boucau				X	X	X		
La Barre				X	X	X		
Biarritz (R 1)				X	X	X		
Biarritz (R 5)	X			X	X	X		
Bidart (R 11)	X			X	X			
— (R 10)	X			X	X			
Guéthary	X		(X)	X	(X)			
St-Jean-de-Luz (V 72)				X				X
— (R 13)	X				X			X
— (R 14)	X			X				X
Socoa	X				X			X
Hendaye					X	X		X

TABLEAU XIX. — Associations minéralogiques des plages.

Comme il est dit plus haut, il y a peu de variations pétrographiques entre Pointe de Grave et Labenne. L'augite, minéral indicateur de cette région, se rencontre dans l'association minéralogique de toutes les plages, sauf à Lacanau. A l'augite s'ajoutent sur la plupart des plages l'andalousite et la tourmaline.

On rencontre une seule variante à cette association et de peu d'extension, sur les deux plages du Cap Ferret et du Pilat où l'augite est accompagnée de grenat et de staurotide.

Dans la région de La Claire - Les Huttes, aux minéraux habituels, augite, andalousite, tourmaline, s'ajoutent le grenat et la staurotide. Sur les deux plages voisines (Soulac - L'Amélie) l'amphibole accompagne les trois minéraux de l'association minéralogique.

Lacanau est la seule plage de cette grande unité qui ne comprend pas d'augite dans son association minéralogique, mais celle-ci est tout de même formée des minéraux qu'on rencontre sur les plages environnantes. Elle semble une zone de transition entre l'association typique et la petite variante du Cap Ferret - Le Pilat.

C) ROCHES VERTES MICROSCOPIQUES. — Les minéraux lourds altérés indéterminables se trouvent sur toutes les plages de cette région, et, de même que les fragments de roches, se rencontrent surtout dans la fraction 0,50 - 0,33 mm; en proportion plus faible dans la fraction moyenne, ils peuvent être très rares dans la fraction fine.

Les fragments microscopiques de roches vertes¹ qui semblent seules ici avoir un intérêt et qui sont discernables, sans risque d'erreur, se trouvent dans la partie sud de la côte. On commence à les reconnaître en très faible proportion au Vieux-Boucau, elles sont

nettement plus fréquentes à Labenne pour devenir très abondantes au Boucau, mais surtout à La Barre et à Biarritz (R 1). Elles se poursuivent ensuite tout le long de la côte basque jusqu'à Socoa, mais en proportion beaucoup plus faible, pour redevenir plus abondantes à Hendaye.

Les roches vertes microscopiques apparaissent donc sur la côte plus au S que la pigeonite, et sans suivre la même progression vers le S. Elles sont surtout abondantes sur les plages proches de l'embouchure de l'Adour et à Hendaye. Leur répartition régionale leur donne la possibilité de jouer le rôle de minéral indicateur.

D) ILMÉNITE. — L'ilménite accompagnée de magnétite (p. 70) se rencontre d'une façon suivie, de la plage de Pointe de Grave à celle du Vieux-Boucau.

La répartition dans un secteur nettement limité lui permet de jouer également le rôle de minéral indicateur.

E) TENEURS PONDERALES (Tabl. XVIII). — Les poids des minéraux lourds contenus dans la fraction sableuse 0,50 - 0,05 mm sont très variables d'une plage à une autre. Ils s'échelonnent entre 15 % au Pilat et 0,04 % à Mimizan; mais à part six plages remarquables, soit par

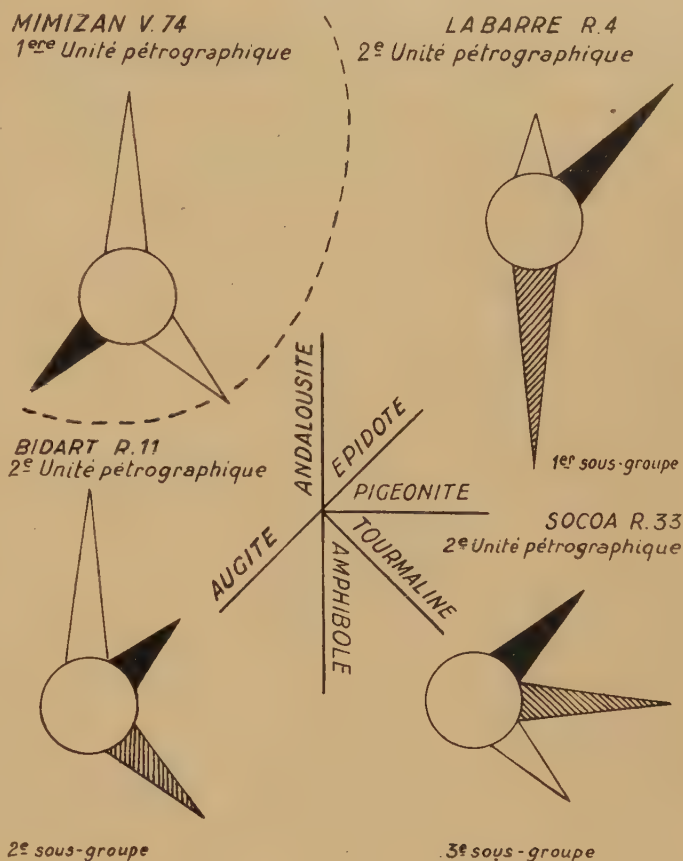


FIG. 11. — Associations minéralogiques.

1. Ce sont de petits fragments de roches composés, en général, d'amphibole, d'épidote et d'un minéral incolore altéré, sans doute feldspath.

leurs poids très élevés, soit au contraire par leur pauvreté en minéraux lourds, les teneurs les plus courantes restent limitées entre 0,20 et 1,62 %.

UNITÉS ET SOUS-GROUPES. En étudiant le graphique (fig. 12), on s'aperçoit que la grande unité de Pointe de Grave au Boucau déterminée par l'association minéralogique se retrouve ici caractérisée par des teneurs faibles inférieures à 0,60 %, et que les variantes de Cap Ferret — Le Pilat, Soulac — L'Amélie, La Claire — Les Huttes (étendues ici jusqu'à Pointe de Grave, bien qu'avec des teneurs inférieures à 1,20) se retrouvent ici avec des pourcentages de minéraux lourds beaucoup plus élevés sur ces plages.

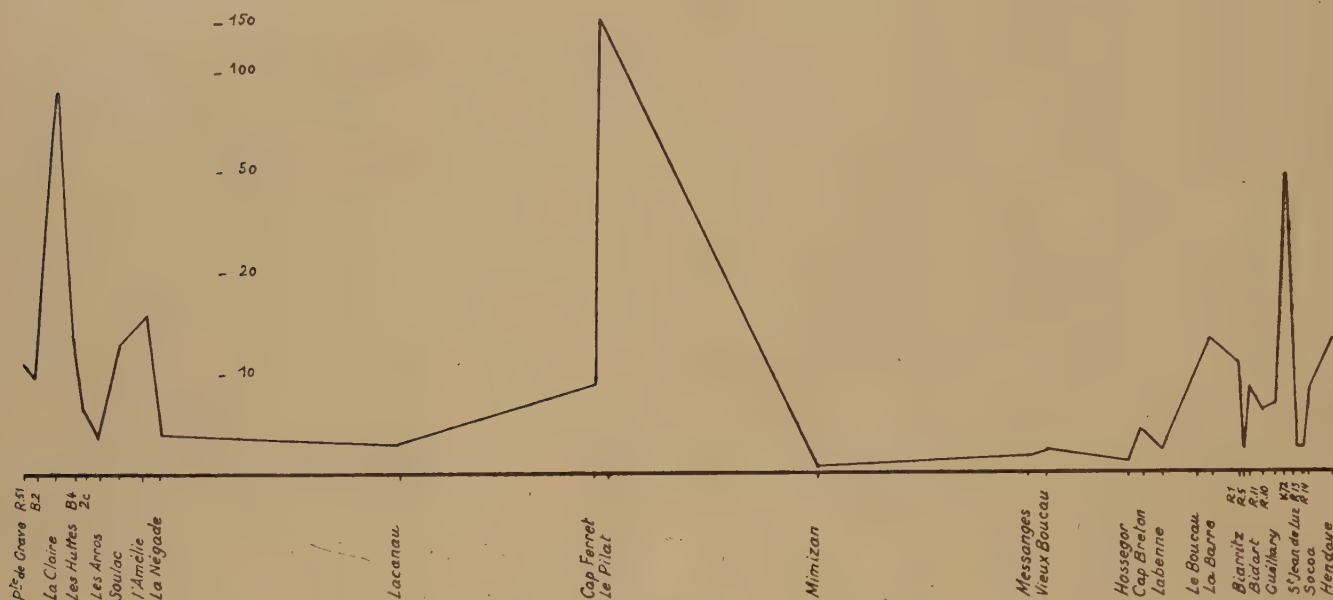


FIG. 12. — Teneurs pondérales des minéraux lourds. Poids $\times 10$.

La deuxième unité du Boucau à Hendaye peut, avec l'analyse pondérale de même qu'avec l'association minéralogique, être séparée en plusieurs sous-groupes, mais qui sont ici moins homogènes, tout au moins pour le dernier.

Le premier de ces sous-groupes a des pourcentages qui se limitent entre 0,90 et 1,40 %; le deuxième, avec des pourcentages plus faibles, $< 0,90$ %, commence également à la Côte des Basques et se termine au S de Guéthary. On retrouve avec le troisième sous-groupe de St-Jean-de-Luz à Hendaye, la même hétérogénéité que l'association minéralogique avait mise en évidence. Les poids des minéraux lourds varient d'une plage à une autre, sauf pour les deux prélèvements de la baie de St-Jean-de-Luz.

2. Fractions légères

RÉPARTITION DES FRACTIONS LÉGÈRES (Tabl. XX). — Depuis la Pointe de Grave jusqu'à l'embouchure de l'Adour, la fraction légère des sables est formée presque exclusivement de quartz, accompagné d'un peu de feldspath et parfois de micaschiste, de glauconie, de silex, de quartzite et de grès.

A partir de l'Adour, la composition est plus variée, le quartz étant toujours un des constituants majeurs. A La Barre s'ajoutent des micaschistes relativement abondants, du mica blanc et des scories provenant vraisemblablement des fonderies du Boucau.

Sur la grande plage de Biarritz, on retrouve les mêmes composants, mais moins de mica-schistes. A partir de la Côte des Basques commence le silex qui est ici assez abondant, diminue de fréquence aux deux plages de Bidart, pour devenir un des éléments principaux du sable de Guéthary, il semble plus abondant que le quartz dans la fraction grossière 2 - 0,50 mm.

A la Pointe Ste-Barbe de St-Jean-de-Luz, le quartz est relativement rare, la fraction légère est constituée surtout par des silex et des débris de Spongiaires siliceux. La partie nord de la baie a moins de silex et moins de Spongiaires; sur la plage sud et à Socoa, les silex se raréfient encore. Hendaye est une plage surtout quartzreuse et différente de cette partie de la côte par une abondance relative de schistes qui se rencontrent surtout dans la fraction grossière 2 - 0,50 mm.

	Quartz	Quartzite	Grès	Silex	Feldspath	Micaschiste	Mica blanc	Glauconie	Débris Spongiaires siliceux	Scories
Pte de Grave (R 51)	X X X X	X			X			X		
— (B 2)	X X X X			X	X					
La Claire	X X X X				X					
Les Huttes (B 4) ..	X X X X				X					
— (2 c) ..	X X X X				X					
Les Arros	X X X X				X					
Soulac	XX X X	X			X	X		(X)		
L'Amélie	X X X X				X					
La Négade	X X X X			X	X					
Lacanau	X X X X				X	X		(X)		
Cap Ferret	X X X X				X					
Pilat-Plage	X X X X				X			(X)		
Mimizan	X X X X				X	X				
Messanges	X X X X		X		X	X				
Vieux-Boucau	X X X X				X					
Hossegor	X X X X				X					
Cap Breton	X X X X				X	X				
Labenne	X X X X			X	X	X				
Le Boucau	X X X X	X	X	X	X	X				
La Barre	X X X		X		X	X X	X			X
Biarritz (R 1)	X X X		X		X	X X				
— (R 5)	X X X	X	X	X X X	X					
Bidart (R 11)	X X X	X	X	X X	X					
— (R 10)	X X X			X X	X					
Guéthary	X X X		X	X X X ¹	X					
St-Jean-de-Luz										
— (V 72)	X X	X	X	X X X	X				X X X	
— (R 13)	X X X		X	X X X	X				X X	
— (R 14)	X X X	X	X	X X	X				X X	
Socoa	X X X			X X	X				X X	
Hendaye	X X X				X	X X ²	X	(X)		

TABLEAU XX. — Fractions légères des plages. Le nombre d'X indique la fréquence des minéraux.

1 : abondant surtout dans la fraction granulométrique comprise entre 2 et 0,70 mm. — 2 : abondant surtout dans la fraction granulométrique > 0,50 mm.

UNITÉS PÉTROGRAPHIQUES ET SOUS-GROUPES. En résumé, la fraction légère des sables de plage, de même que l'association minéralogique lourde et l'analyse pondérale, conduit à diviser cette côte en deux unités principales, la coupure ne se situant plus cette fois au N mais au S de la plage du Boucau.

La grande unité de Pointe de Grave à l'Adour est caractérisée par le quartz. De l'Adour à la Bidassoa, au quartz s'ajoutent des proportions importantes d'autres éléments. Tout d'abord, les micaschistes de La Barre à la grande plage de Biarritz, puis le silex de la Côte des Basques



FIG. 13. — Côte basque : répartition des éléments légers caractéristiques.

déterminées par l'association minéralogique lourde et l'analyse pondérale. Mais, avec les minéraux légers, il y a nécessité de diviser en deux le troisième sous-groupe qui est d'ailleurs assez hétérogène aussi bien avec l'association minéralogique qu'avec l'analyse pondérale.

à Socoa. Mais, sur la partie de la côte comprise entre la Pointe Ste-Barbe et Socoa, avec le silex se rencontrent des restes de Spongiaires siliceux (fig. 13). Enfin, à Hendaye, au quartz s'ajoutent à nouveau les micaschistes.

Les minéraux légers conduisent donc ainsi à diviser la côte basque en quatre sous-groupes caractérisés chacun par la présence d'éléments différents associés au quartz.

Les deux premières coupures qui séparent ces sous-groupes — entre la plage de Biarritz et la Côte des Basques et entre Guéthary et la Pointe Ste-Barbe de St-Jean-de-Luz — se situent aux mêmes points géographiques que celles

3. Granules, graviers, galets

A) *GRANULES*. — Les granules se rencontrent sur les plages d'une façon suivie à partir du Boucau et se terminent à St-Jean-de-Luz.

Ils sont formés le plus souvent de quartz, quartzite, grès ou silex. Le grès est plus fréquent à partir de La Barre et le silex commence à la plage de l'Ouhabia de Bidart (R 10), pour disparaître sur la partie sud de la plage de St-Jean-de-Luz.

Soulac (R 50) : quartz, quartzites, micaschistes. — Mimizan (V 74) et Le Boucau (R 97) : quartz et quartzites. — La Barre (R 4) : quartz, quartzites, grès, lydiennes, scories. — Biarritz (R 1) et Bidart (R 11) : quartz, quartzites, grès. — Bidart (R 10) et St-Jean-de-Luz (V 72) : quartz, silex. — Guéthary (R 9) et St-Jean-de-Luz (R 13) : quartz, silex, grès. — St-Jean-de-Luz (R 14) : quartzites.

B) *GRAVIERS*. — Les graviers, ainsi qu'il a déjà été dit (p. 70), se rencontrent surtout à partir de Labenne et se terminent à St-Jean-de-Luz. Sur cette partie de la côte, ils sont constitués par du quartz. A Lacanau et à Mimizan, au quartz s'ajoutent des quartzites très altérés, type Lannemezan.

Lacanau (R 48) : quartzites L¹, quartz. — *Cap Ferret* (B 1) : quartzites, quartz. — *Mimizan* (V 74) : quartz, quartzites L. — *Mimizan* (V 76 au S du courant) : quartz, quartzites, lydiennes. — *Labenne* (R 98), *Le Boucau* (R 97), *La Barre* (R 4), *Biarritz* (R 66 au N de la pointe St-Martin) et *Biarritz* (R 68 grande plage) : quartz. — *Biarritz* (R 25, Côte des Basques) : quartz, cornalines ou jaspes. — *Guéthary* (R 9) et *St-Jean-de-Luz* (R 18) : quartz.

C) *GALETS*. — Les galets sont formés de roches plus ou moins variées suivant les plages, mais les plus caractéristiques, qui semblent avoir une valeur pour la recherche de l'origine des matériaux des plages, paraissent être les quartzites très altérés, type Lannemezan, les grès roses ou mauves du Trias, les ophites et peut-être aussi les silex et les roches granitiques.

Les quartzites type Lannemezan se rencontrent de Soulac à Mimizan. Les grès du Trias commencent au Vieux-Boucau pour se terminer à St-Jean-de-Luz. Les ophites se rencontrent sur la côte basque entre La Barre et Guéthary. Les silex couvrent une plus grande étendue géographique, puisqu'on les reconnaît depuis le Cap Ferret jusqu'à St-Jean-de-Luz.

Soulac (R 50) : aplites, silex, quartz de filon, lydiennes, quartzites L¹. — *Lacanau* (R 48) : galets de vase, grès noirs, quartz, quartzites L. — *Cap Ferret* (B 1) : silex, grès, quartz de filon. — *Mimizan* (V 76, au S du courant) : grès coquilliers quaternaires, silex, quartz, calcaires, schistes anciens avec quartz. — *Vieux Boucau* (V 53) : grès verts calcaires, grès calcaires coquilliers quaternaires, quartz de filon avec tourmaline, silex, granites à mica noir assez leucocrate, grès triasiques, gneiss, diorites à mica noir. — *Labenne* (R 98) : quartzites noirs, silex. — *Le Boucau* (R 97) : quartz, silex. — *La Barre* (R 4) : silex, ophites, grès triasiques, granites avec chlorite. — *Biarritz* (R 66) (au N de la pointe St-Martin) : quartzites, aplites, silex, calcaires crétacés; R 68 (grande plage) : grès triasiques, grès à manganèse, grès, silex, brèches, quartzites; R 25 (Côte des Basques) : micro-brèches, calcaires marneux (Flysch), calcaires blanc et gris, grès triasiques, ophites. — *Guéthary* (R 9) : gneiss, aplites, granites, calcaires cristallins, grès, ophites. — *St-Jean-de-Luz* (V 72) : silex, grès triasiques; R 18 : granites à biotite à grains fins, granites à grains plus gros à biotite et amphibole, granites à structure porphyrique à orthose et plagioclase, quartz de filon, grès siliceux à cloisons de quartz, calcaires bréchiques silicifiés, grès triasiques. — *Hendaye* (R 19) : conglomérats à lumachelles et coquilles presque actuelles cimentées par de la calcite dure, calcaires gris en plaquette, Flysch calcaire, calcaires perforés; R 34 (station navale) : granites pourris ou aplites, quartz.

Conclusion

Le tableau XXI est un essai de synthèse des résultats obtenus pour l'étude des sédiments meubles des plages par les différentes méthodes employées.

Plusieurs faits se dégagent qui montrent d'ailleurs la parfaite concordance des résultats obtenus, soit que l'on considère les sédiments sableux dans leur ensemble, fraction lourde et fraction légère; ou bien encore les minéraux ou espèces lourds indicateurs, les galets et les graviers.

UNITÉS PÉTROGRAPHIQUES ET SOUS-GROUPES. L'étude des sables, fraction lourde et fraction légère, conduit à diviser le golfe de Gascogne en deux unités pétrographiques différentes, la coupure se situant soit au N du Boucau (association minéralogique, analyse pondérale), soit au S de la même plage (fraction légère).

L'unité septentrionale est caractérisée par la présence de l'augite dans l'association minéralogique, accompagnée de quartz comme constituant de la fraction légère et de teneurs pondérales < 0,60 %.

La seconde unité, moins homogène, peut se subdiviser en plusieurs sous-groupes, soit en trois (association minéralogique et analyse pondérale), soit en quatre (fraction légère).

1 L : type Lannemezan.

	Minéraux lourds indicateurs			Minéraux indicateurs de l'assoc. minéralogique				Teneurs pondérales				Minéraux légers				
				1°U	2° Unité			1°U	2° Unité			1°U	2° Unité			
					1	2	3		1	2	3		1	2	3	4
Pte de Grave (R 51) ..	Hy	Il		Au				↑				Q				
— (B 2)....	Hy	Il		Au								Q				
La Claire	Hy	Il		Au								Q				
Les Huttes (B 4)	Hy	Il		Au								Q				
— (2 c)	Hy	Il		Au								Q				
Les Arros	Hy	Il		Au								Q				
Soulac	Hy	Il		Au								Q				
L'Amélie	Hy	Il		Au								Q				
La Négade	Hy	Il		Au								Q				
Lacanau	Hy	Il						0,60				Q				
Cap Ferret	Hy	Il		Au				↓				Q				
Pilat-Plage	Hy	Il		Au								Q				
Mimizan	Hy	Il	Pi	Au								Q				
Messanges	Hy	Il	Pi	Au								Q				
Vieux-Boucau	Hy	Il	Pi R V	Au								Q				
Hossegor	Hy		Pi	Au								Q				
Cap Breton	Hy		Pi R V	Au								Q				
Labenne			Pi R V	Au				↓				Q				
Le Boucau			Pi R V	Ep	Am				↑							
La Barre			Pi R V	Ep	Am			0,90	↑				Sch			
Biarritz (R 1)		Il	Pi R V	Ep	Am			↓	1,40				Sch			
— (R 5)			Pi R V	Ep	Am	T								Sx		
Bidart (R 11)			Pi R V	Ep		T								Sx		
— (R 10)			Pi R V	Ep		T								Sx		
Guéthary			Pi R V	Ep		T								Sx		
St-Jean-de-Luz (V 72) .			Pi R V				Pi							Sx	Sp	
— (R 13) .			Pi R V	Ep			Pi							Sx	Sp	
— (R 14) .			Pi R V				Pi							Sx	Sp	
Socoa			Pi R V	Ep			Pi							Sx	Sp	
Hendaye			Pi R V	Ep												Sch

TABLEAU XXI. — Synthèse des résultats de l'étude pétrographique des plages.

Hy : hypersthène; Il : ilménite; Pi : pigeonite; RV : roches vertes microscopiques; Au : augite; Ep : épidote; Am : amphibole; T : tourmaline; Q : quartz; Sch : schistes; Sx : silex; Sp : Spongiaires siliceux.

Le *premier sous-groupe*, dont la coupure se place entre la grande plage de Biarritz et la Côte des Basques, est caractérisé par la présence de l'amphibole, à côté de l'épidote, dans l'association minéralogique, de micaschistes accompagnant le quartz dans la fraction légère et de teneurs pondérales comprises entre 0,90 et 1,40 %.

Le *deuxième sous-groupe* s'étend de la Côte des Basques à Guéthary et est déterminé par la présence de la tourmaline accompagnant l'épidote dans l'association minéralogique, de silex abondants dans la fraction légère et de teneurs pondérales < 0,90, comprises entre 0,20 et 0,86 %.

Le *troisième sous-groupe* commence à la Pointe Ste-Barbe de St-Jean-de-Luz et se termine à Hendaye; il est moins homogène que les précédents. Il est caractérisé par la pigeonite accompagnant l'épidote dans l'association minéralogique, par la présence de restes de Spongiaires siliceux avec les silex dans la fraction légère, les teneurs pondérales sont plus variables (0,24 à 4,75 %).

La présence de proportions notables de micaschistes et l'absence de silex et de restes de Spongiaires siliceux sur la plage d'Hendaye permettraient d'en faire un *quatrième sous-groupe* déterminé seulement par la fraction légère.

COUPURES PÉTROGRAPHIQUES DÉTERMINÉES PAR LES MINÉRAUX LOURDS INDICATEURS. Les minéraux lourds indicateurs, *hypersthène* et *ilménite*, se rencontrent sur les plages situées dans la partie nord du golfe de Gascogne, ils disparaissent à peu près au même endroit de la côte, l'un entre Cap Breton et Labenne, l'autre entre Vieux-Boucau et Hossegor.

La *pigeonite* se reconnaît de Mimizan à Hendaye et les *roches vertes microscopiques* à partir du Vieux-Boucau; elles sont caractéristiques de la partie sud du golfe, il y a ainsi une zone comprise entre Mimizan et Cap Breton où les quatre espèces se trouvent réunies.

COUPURES PÉTROGRAPHIQUES DÉTERMINÉES PAR LES GALETS. Les galets ne se rencontrent pas sur toutes les plages, ils se divisent en deux groupes principaux; ceux de quartzite type Lannemezan sont caractéristiques de la partie nord du golfe et se terminent à Mimizan, point où commence la pigeonite; au contraire, ceux de grès du Trias et de roches granitiques commencent au Vieux-Boucau.

Les galets d'ophite restent cantonnés sur les plages entre La Barre et Guéthary, alors que ceux de silex se rencontrent un peu tout le long de la côte.

COUPURES PÉTROGRAPHIQUES DÉTERMINÉES PAR LES GRAVIERS. Les graviers de quartz se rencontrent à partir de Lacanau, mais sont plus abondants à partir de Labenne, point où commence la deuxième unité pétrographique; ceux de quartzite type Lannemezan se trouvent sur les mêmes plages que les galets de ce type.

COUPURES PÉTROGRAPHIQUES DÉTERMINÉES PAR LES GRANULES. La présence des granules est en rapport avec la granulométrie du sédiment, on remarque que ceux de quartz sont plus régulièrement présents à partir du Boucau, alors que les granules de grès commencent à La Barre et ceux de silex à la plage de l'Ouhabia de Bidart, ils disparaissent tous sur la partie sud de la baie de St-Jean-de-Luz.

En résumé, les résultats obtenus dans l'étude des sédiments meubles des plages conduisent donc, quelle que soit la méthode considérée, à diviser le golfe de Gascogne en deux parties distinctes.

Les sables — fractions lourde et légère — permettent de caractériser deux grandes unités pétrographiques différentes, grossièrement délimitées par l'embouchure de l'Adour; l'unité septentrionale étant très homogène, alors que la côte basque se subdivise en trois sous-groupes.

Si l'on considère seulement les minéraux indicateurs, les galets et les graviers, les deux unités pétrographiques se trouvent à nouveau caractérisées, mais leur limite se déplace légèrement vers le N.

CHAPITRE III

GRANULOMÉTRIE

1. *MÉDIANE, MOYENNE, MODE.* — Les trois paramètres, médiane, moyenne et mode, suivent sensiblement le même tracé de Pointe de Grave à Hendaye, leurs chiffres sont souvent très voisins ou même se confondent sur un même point du graphique (fig. 14), il y a cependant quelques différences sur lesquelles je reviendrai.

Il est remarquable qu'entre Pointe de Grave et Cap Breton, le tracé des trois courbes (médiane, moyenne et mode) présente des anomalies aux mêmes points géographiques que les teneurs pondérales, les pourcentages de minéraux lourds et les associations minéralogiques.

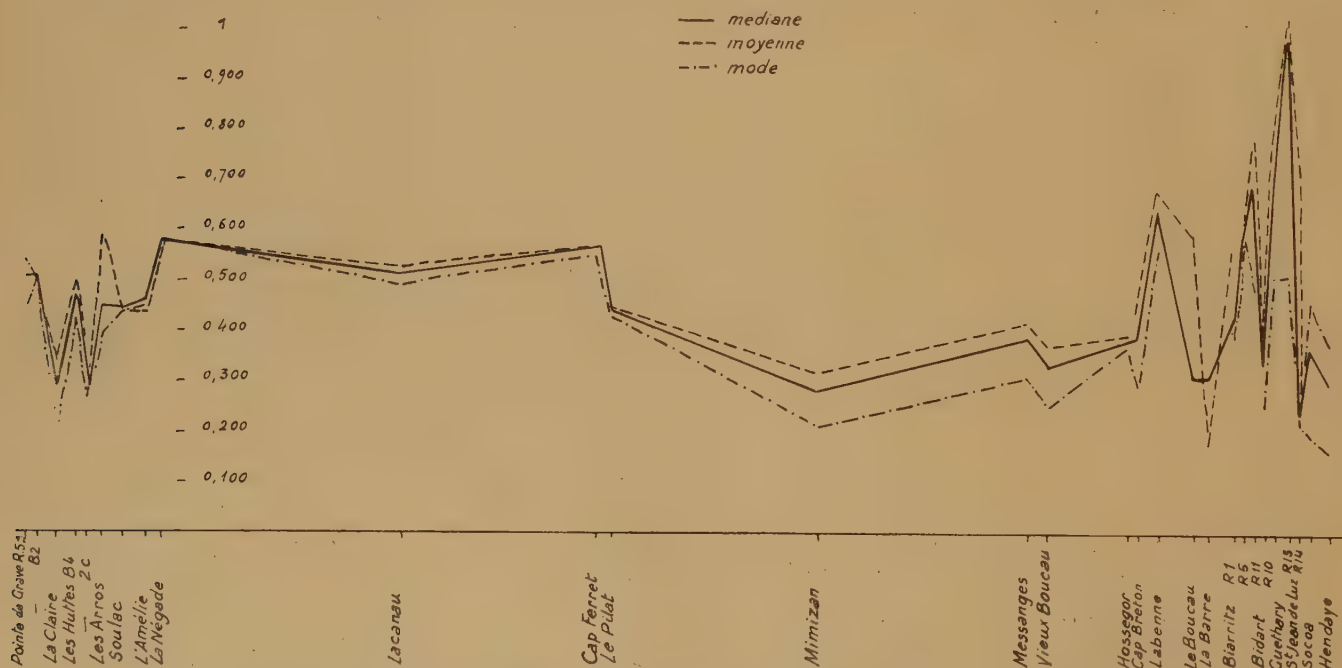


FIG. 14 A. — Granulométrie : médiane, moyenne, mode. Côte de la Pointe de Grave à Hendaye.

De la Négade à Cap Breton, les chiffres des trois paramètres (médiane, moyenne et mode) diminuent régulièrement, ce qui indique que les sables deviennent de plus en plus fins.

De Pointe de Grave à la Négade, on remarque deux points où les sables sont plus fins (médiane, moyenne et mode entre 0,200 et 0,450 mm), ce sont La Claire - Les Huttes, Soulac - L'Amélie;

trois de ces plages, La Claire, Soulac et L'Amélie, accusent des chiffres plus élevés de teneurs pondérales.

Par contre, au Pilat, où le sable de plage est particulièrement riche en minéraux lourds, le sable est plus grossier puisque les trois paramètres se situent vers 0,450 mm.

On rencontre quelques plages où les chiffres de la moyenne, de la médiane et du mode sont assez différents.

Aux Arros, le diamètre le plus fréquent des grains ou mode est de 0,395 mm, alors que le diamètre moyen de l'échantillon (moyenne) est de 0,592 mm. La tendance centrale de l'échantillon (médiane) se situe dans une position intermédiaire sur la courbe et assez près du mode (0,450 mm).

De Labenne à Hendaye, si les trois paramètres montrent encore une certaine tendance à suivre le même tracé, les chiffres de chacun d'eux varient le plus souvent d'une plage à une autre.

Je rappelle qu'il a été noté p. 10 que le mode n'a pu être calculé pour les deux plages du Boucau et de La Barre, l'asymétrie des courbes étant trop accentuée.

De Labenne à la plage de la Côte des Basques (R 5), les courbes de la médiane, de la moyenne et du mode sont exactement l'inverse de celle de la teneur pondérale. Ainsi le sable de Labenne est grossier et pauvre en minéraux lourds, au contraire celui de La Barre, dont le diamètre moyen des grains est de 0,175 mm, est riche en minéraux lourds.

Sur la grande plage de Biarritz, le sable devient plus grossier en même temps qu'il y a une baisse de la teneur pondérale.

Sur la Côte des Basques, le diamètre moyen de l'échantillon, de même que le diamètre le plus fréquent des grains et la tendance centrale de l'échantillon se situent sur la dimension de 0,600 mm et le sable devient très pauvre en minéraux lourds.

De la plage de l'Ouhabia de Bidart (R 10) à St-Jean-de-Luz, les trois paramètres suivent sensiblement le même tracé que la courbe des teneurs pondérales. Le sable de la plage de Bidart (R 10) est plus fin que le sable des deux plages qui l'entourent.

Les deux prélèvements de la baie de St-Jean-de-Luz sont très différents granulométriquement, mais très pauvres tous les deux en minéraux lourds. La médiane et la moyenne du sable de la partie nord de la baie accusent les chiffres les plus élevés de toute la côte, et le diamètre le plus fréquent des grains se situe aux environs de 0,500 mm. Par contre, le sable de la partie sud de la baie est fin et caractérisé par des chiffres très voisins pour les trois paramètres.

Le diamètre le plus fréquent des grains de sable sur les plages de Socoa et d'Hendaye se situe entre 0,150 mm et 0,195 mm, ce qui les classe plutôt dans les sables fins, mais les diamètres moyens des échantillons et les tendances centrales les classent dans les sables un peu plus grossiers, surtout celui de la plage de Socoa; ils sont, d'autre part, plutôt riches en minéraux lourds.

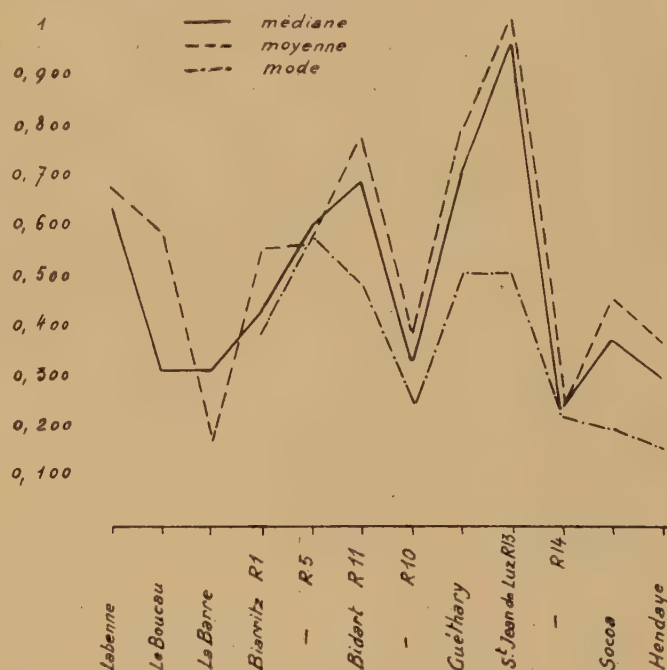


FIG. 14 B. — Côte de Labenne à Hendaye.

2. *ÉCART TYPE*. — L'écart type (fig. 15) qui, ainsi qu'il a été dit p. 10, traduit la valeur d'une déviation par rapport à la moyenne, est un coefficient de dispersion du sable.

En comparant les graphiques précédents, on constate que les sables bien triés, dont l'indice est inférieur ou voisin de 0,100, sont toujours des sables dont les trois paramètres (médiane, moyenne et mode) sont inférieurs à 0,400 mm; il y a une seule exception à Lacanau. On peut trouver sur cette côte des plages dont trois ou deux paramètres sont $< 0,400$ mm et qui ne sont pas bien triés, mais il n'y a jamais de sables, sauf celui de Lacanau, qui ont un bon triage et dont les paramètres sont $> 0,400$ mm.

Les sables dont le triage est défectueux sont ceux de Labenne, La Barre, Bidart (R 11) et St-Jean-de-Luz (R 13); ce sont aussi ceux dont les trois paramètres dimensionnels se situent sur les points les plus élevés de la courbe et sont supérieurs à 0,600 mm.

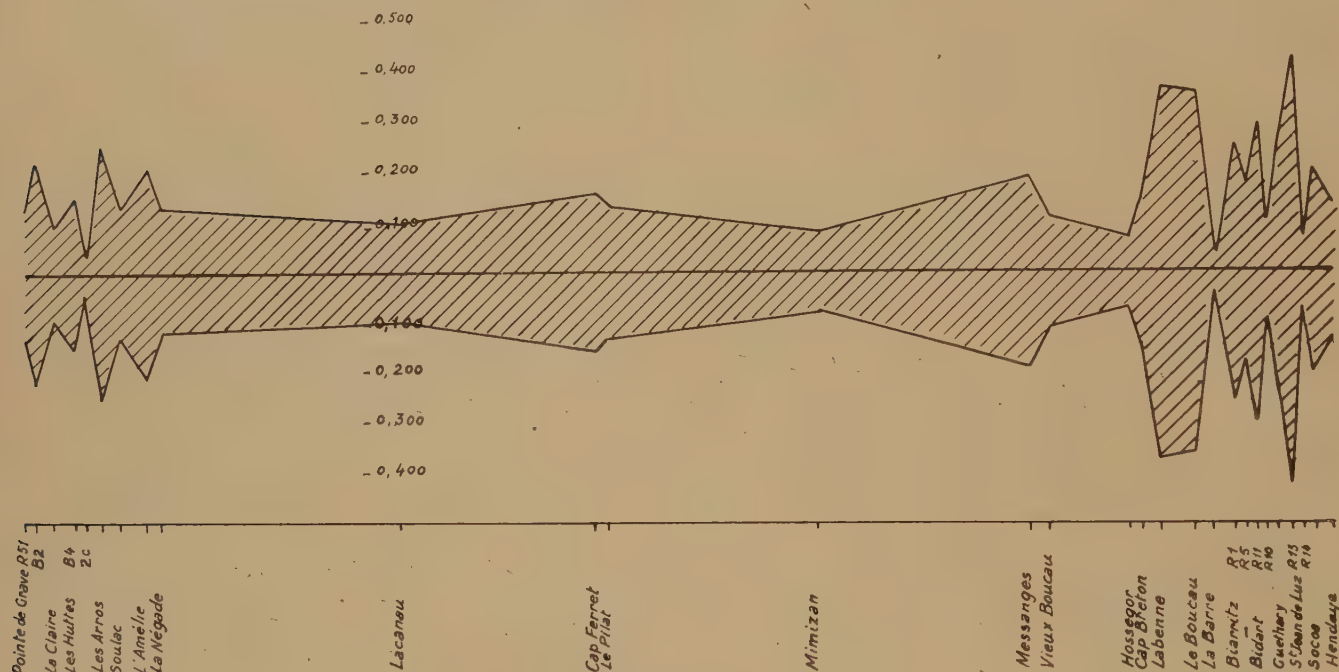


FIG. 15. — Granulométrie : écart type.

3. *COURBES DE DISPERSION* (fig. 16). — Entre la Pointe de Grave et la Pointe de la Négade, les sables des Huttes sont bien triés, mais l'un (2 c) est plus fin que l'autre; les autres, sauf L'Amélie et Pointe de Grave (B 2) sont assez bien triés. Les maxima des courbes se situent en général entre 0,450 et 0,550 mm. Il n'y a que les deux prélèvements de La Claire et Les Huttes (2 c) qui se situent sur la dimension 0,250 mm. Les sables de cette région sont donc des sables assez analogues comme granulométrie et assez bien triés.

De Lacanau à Hossegor, deux sables sont très bien triés : Lacanau et Hossegor; deux autres, Mimizan et Cap Ferret, sont un peu moins bien triés, les autres sont plus hétérogènes. Les sables de cette région, sauf celui de Mimizan qui est fin, ont leurs maxima qui se situent entre 0,350 et 0,580 mm. Le sable le plus grossier est celui de la plage du Cap Ferret. Il est délicat de parler du triage du sable du Pilat; on a ici un mélange hétérogène qui donne une courbe de dispersion à deux maxima.

De Cap Breton à la grande plage de Biarritz, les sables ont tous un mauvais triage et, sauf celui du Boucau qui est fin, ont un maximum granulométrique qui se situe entre 0,400 et 0,600 mm. Il semble bien ici que l'embouchure de l'Adour qui se situe entre les plages du Boucau et de

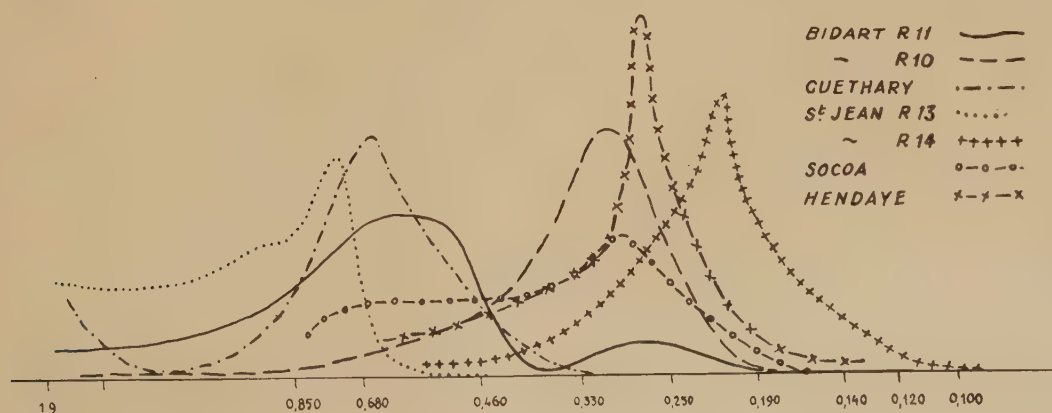
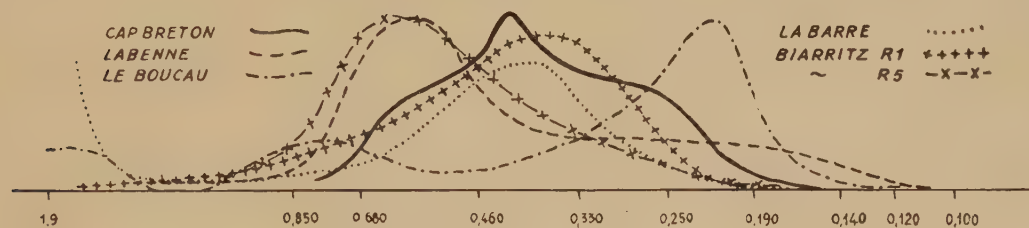
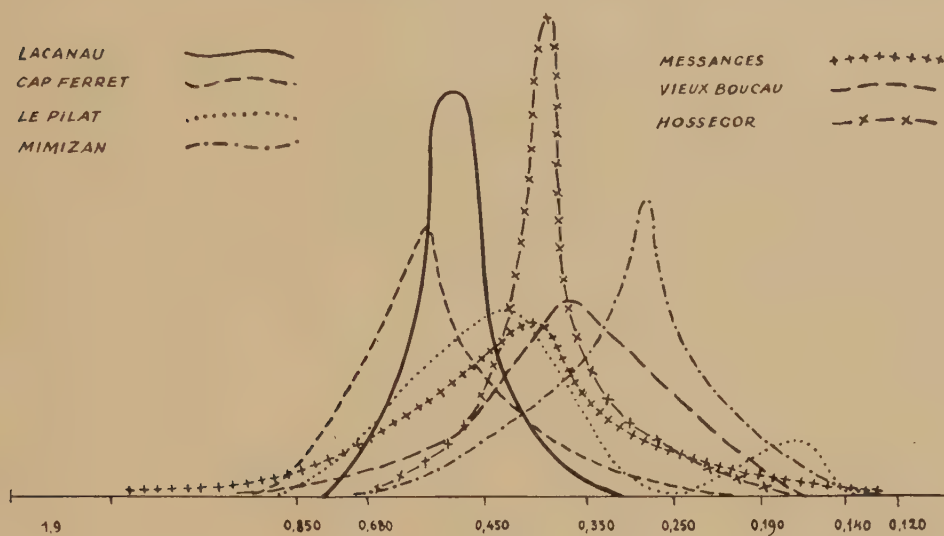
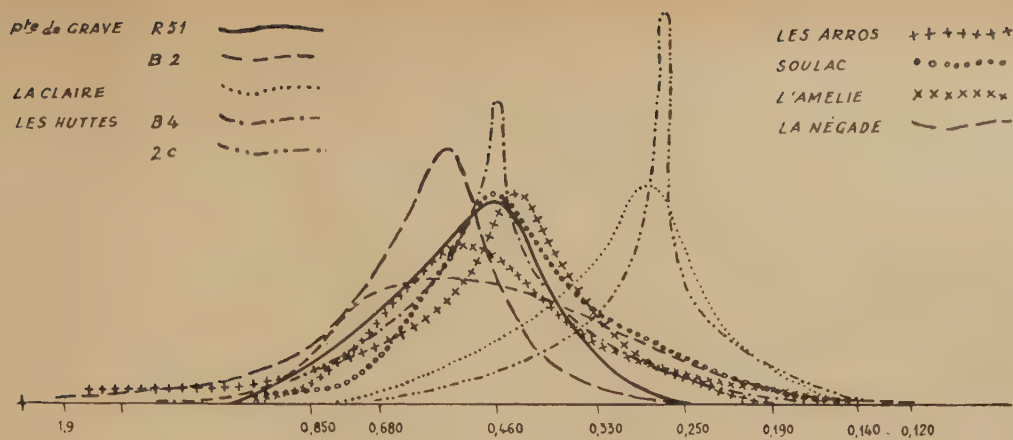


FIG. 16. — Granulométrie : courbes de dispersion.

La Barre influence la granulométrie des sables de plages. Les courbes de dispersion sont très étalées, quelquefois même à deux maxima.

Entre Bidart et Hendaye, on retrouve à nouveau les sables bien triés et fins, à Hendaye, St-Jean-de-Luz (R 14) Bidart (R 10); celui de Socoa est fin, mais mal trié.

Les sables de Guéthary, Bidart (R 11) et surtout St-Jean-de-Luz (R 13) sont très grossiers; leur maximum granulométrique se situe entre 0,560 et 0,720 mm.

CONCLUSION. — Sur la côte de Pointe de Grave à Hendaye, les sables bien triés sont des sables fins, alors que les sables plus grossiers sont moins bien triés. Les courbes de dispersion et l'écart type indiquent que c'est entre La Négade et Cap Breton que les sables sont les mieux triés. L'embouchure de l'Adour apporte des perturbations, dans la sédimentation, qui se poursuivent jusqu'à St-Jean-de-Luz; il faut arriver à la plage sud de la baie pour retrouver un bon triage.

L'étude granulométrique différencie les plages de La Claire - Les Huttes, Soulac - L'Amélie, ainsi que l'avait déjà montré l'étude pétrographique (p. 77), elle confirme également l'hétérogénéité des plages de la côte basque où les valeurs des coefficients (médiane, moyenne, mode, écart type) varient d'une plage à une autre.

Ces mêmes coefficients (médiane, moyenne, mode) indiquent une décroissance des dimensions des sables de la Pointe de la Négade à Labenne.

CONCLUSION

GENÈSE DES PLAGES

Il reste donc maintenant à déterminer quelle est l'origine de ces sédiments des plages et à expliquer comment s'est effectuée leur répartition tout le long du golfe de Gascogne.

L'origine des sables des estrans du golfe de Gascogne peut, sans doute, être recherchée dans les sédiments sableux du Plateau continental, qui sont eux-mêmes formés au détriment des alluvions fluviatiles anciennes, et dans les produits de destruction des falaises qui bordent le littoral : dunes de Pointe de Grave à la Pointe St-Martin et roches de la côte basque.

1. Extension des fleuves au Quaternaire et leurs apports à la mer

Sans entrer ici dans tout le détail des fluctuations des fleuves, il apparaît qu'au Quaternaire ancien les cours d'eau du Béarn, de la Chalosse et du Pays basque, suivant alors une direction SSE-NNW, allaient se jeter dans la mer sur une côte plus occidentale que le rivage actuel, leurs embouchures étant alors vraisemblablement très voisines de celles de la Garonne et de la Dordogne. Tous ces fleuves à régime torrentiel transportaient de grandes masses de sédiments qui s'épandaient en larges plaines alluviales et rejoignaient la mer en formant, sans doute, de vastes deltas, communs peut-être à plusieurs fleuves.

D'après A. Fabre [1939], pendant la régression du début du Quaternaire, « la Garonne et le Lot, réunis par capture, se dirigent vers le synclinal de Bordeaux, et la Dordogne vers le synclinal de Pauillac ». La limite occidentale approximative du lit mineur de la Garonne est donnée sur la carte (fig. 17) [A. Fabre, 1939].

Pendant le même temps, les nappes alluviales du Gave de Lourdes et de l'Adour, faisant suite à la nappe de Palengat (p. 32), apportaient au rivage leurs alluvions anciennes, leur trajet SSE-NNW les conduisant à la mer à des points de la côte qu'il est difficile de préciser exactement. Ces fleuves anciens avaient-ils une embouchure commune : le bassin d'Arcachon ? Ou bien, seul l'Adour se jetait-il dans cette région, et les Gaves de Duhort-Grenade, d'Hagetmau - Cazalis et d'Amou, peut-être réunis dans un même estuaire, se jetaient-ils plus au S ?

Je rappelle, ainsi qu'il a été précisé (p. 66), que les terrasses de l'Adour se recouvrent sensiblement vers Tarbes [Alimen, 1953], il est donc difficile d'individualiser cette nappe ancienne de l'Adour dans une région plus en aval ; mais l'étude pétrographique des nappes de l'Adour, qui ont pu être définies, montre qu'elles présentent minéralogiquement de grandes analogies avec celles du Gave de Lourdes.

Parallèlement au Gave de Lourdes, la Nive construisait ses terrasses. On retrouve des témoins de la première nappe alluviale de la Nive dans les régions de Biarritz-Bidart et de Soustons; que les dépôts de Soustons aient été apportés par l'intermédiaire de la Bidouze ou qu'ils fassent suite à la nappe de Biarritz-Bidart, leur composition minéralogique est peu différente.

Les matériaux des alluvions anciennes du Gave d'Oloron sont plus frais que ceux des Gaves de Lourdes issus de la nappe de Palengat (p. 66).

On peut supposer, soit que ces alluvions sont plus récentes, soit qu'elles sont formées des produits de la destruction d'une nappe contemporaine des Gaves de la nappe de Palengat, reprise et remaniée par une autre plus récente; mais pétrographiquement ces alluvions anciennes du Gave d'Oloron s'apparentent aux nappes plus récentes du Gave de Lourdes.

Il est remarquable de constater que pour *toutes ces alluvions du Quaternaire ancien, quel que soit le fleuve originel¹, l'association minéralogique est formée de tourmaline et d'andalousite, auxquelles s'ajoutent soit la staurotide, soit le zircon (tabl. XXII).*

Après le dépôt de ces nappes anciennes, à un stade suivant, le réseau hydrographique par captures successives en plusieurs temps s'est transformé; les fleuves atteignant progressivement leur profil d'équilibre sont devenus plus calmes et en outre se sont individualisés.

L'Adour, à cette époque (nappe de Hiis), amorçait sa grande boucle, elle coupait perpendiculairement les nappes plus anciennes (nappe de Palengat) et allait rejoindre la mer en un point moins septentrional que celui qu'elle atteignait avec sa nappe précédente.

Les Gaves de Lourdes (nappe d'Espoey, puis nappe d'Ossun) passaient par la lande de Pontacq, mais empruntaient à l'aval le trajet du Gave actuel; c'est seulement à l'époque du dépôt de la nappe de Montaut que le Gave a suivi sur tout son parcours le chemin du Gave actuel. Il semble bien que le Gave de Lourdes, dès l'époque des nappes d'Espoey et d'Ossun, soit venu rejoindre le Gave d'Oloron, qui passait alors par Saubusse. Peut-être se réunissaient-ils à l'Adour avant de rejoindre la mer; la vallée submergée de Cap Breton est peut-être un témoin de cette époque.

La deuxième nappe alluviale de la Nive traversait, comme la nappe précédente, le massif du Labourd; quel trajet suivait-elle ensuite pour rejoindre la mer? Empruntait-elle l'embouchure actuelle de l'Adour? Ou rejoignait-elle l'Adour un peu plus au N? Il est bien évident qu'elle devait peu s'éloigner de la région du Boucau.

On doit remarquer que *tous ces dépôts, qui s'échelonnent jusqu'au Paléolithique supérieur, ont une association minéralogique tout à fait différente de celle des nappes du Quaternaire ancien et que, quel que soit le fleuve originel² cette association minéralogique est formée soit d'épidote et d'amphibole, soit d'épidote et de pigeonite.*

Ce sont donc cette fois les roches vertes et les granites à amphiboles qui sont atteints par l'érosion et qui fournissent les éléments typiques de ces alluvions.

Il est bien évident que l'Adour, en aval, s'est enrichi en andalousite en remaniant les alluvions anciennes du Gave de Lourdes de la nappe de Palengat. L'étude des alluvions actuelles de l'Adour et des Gaves (tabl. VI et VII) montre que la même association minéralogique s'est maintenue jusqu'à nos jours.

Nous avons vu (p. 7) que la Gironde n'apporte actuellement à la mer que peu ou pas de matériel de la classe sable; mais la Dordogne, de même que la Garonne, ont, dans leur cours inférieur, creusé leur lit dans les alluvions anciennes, on peut donc avec leurs alluvions actuelles retrouver la composition pétrographique de leurs basses terrasses.

1. Dordogne, Garonne, Gaves de Lourdes de la nappe de Palengat, Nive 1^{re} nappe alluviale.

2. Adour (nappe de Hiis), Gave de Lourdes (nappes d'Espoey, d'Ossun et de Montaut), Gave d'Oloron, Nive (2^e nappe alluviale, basse terrasse).

	Tourmaline	Zircon	Grenat	Rutile	Anatase	Brookite	Sphène	Staurotite	Disthène	Andalousite	Sillimanite	Chloritoïde	Épidote	Amphibole	Augite	Pigeonite	Hypersthène	Corindon	Monazite	Topaze	Teneurs pondérales
Dordogne, Plassac.....	24	6	4	4	5	+	1	28	1	17	1		3	2	4		+				0,43
Garonne nappe alluviale (n) Gurp-Langon- Brannens	20	2	10	+	+		2	17	+	28	+	+	15	6	+	+	+	+	+		1,65
Nappe de Palengat Duhort-Grenade	24	11	1	3	+	+		4	+	50	+	+	6	1	+	+					0,55
Hagetmau-Cazalis ...	24	15	+	1	+	+	+	+		49	+		4		+			7			0,44
Amou	17	13	+	4	1	+		2	+	38	+	+	24	1	+	+		+			0,51
Nive, 1 ^{re} nappe alluv. Soustons	18	7	5	2	2		1	18	1	37	+		6	1	1	1	+	+		1	0,90
Biarritz-Bidart	39	18	1	8	3	+		5	1	17	2	+	5	2	+	1		+	+		0,21
Adour, nappe d'Espoey. Gave de Lourdes nappe d'Espoey		+	+							1			18	81							0,35
nappe d'Ossun	+	1	1					1		5			58	40							3,36
nappe de Montaut ..	+		1							+			46	46							6,27
Gave d'Oloron (sauf V 29)	1	1	5	+	+		+	+	+	2	+	1	51	37	+	3	+	+			8,40
Nive, 2 ^e nappe alluv. Héauritz	9	9	2	4	1	+		2	+	1	2	+	17	3	2	48		+			3,42
Nive, basse terrasse....	8	3	3	2	2			2		1	8	2	18	8		43					0,40
Adour, Soues-Megnon- St-Paul-Candresse ...	3	+	5	+			+	2		21	+		27	42	+	+					0,57
Bidassoa, Hendaye	10	3	+	2	3	+		+		+			46	26	2	8		+	+		4,36
Dordogne, all. actuelle.	4	1	8	+	+		1	1	2	2		+	7	24	46		4		+		1,09
Garonne, all. actuelle..	11	1	17	+		1	1	8		12	1		16	16	12	2	1	+	+		5,04
Adour, all. actuelle....	1	1	5				1	2		38			20	30		2					1,60
Gaves réunis, all. actuelle	2	+	5						1	5			23	56	1	7					9,71
Nive, all. actuelle.....	4	5	7	1	1			1		+	1		6	2	4	68					9,12
																					13,21
Grès triasique	X	X		X										X	X		X				
Ophites																					
Grès latorrien	37	9	6	21	6		2	11	1	2			4							1	
Flysch (R 75-R 15) ...	35	26	3	12	4	+	1	3		4			5	3	1	1	1	1			
Flysch (B 25)	X							X								X					

TABLEAU XXII. — Composition moyenne des nappes alluviales anciennes, des alluvions actuelles et de quelques formations sableuses.
Le signe + indique < 0,5 %

L'association minéralogique est formée, pour les alluvions actuelles de la Dordogne, d'amphibole et d'augite; et pour celles de la Garonne, de grenat, d'épidote et d'amphibole; ces associations minéralogiques sont donc, elles aussi, tout à fait différentes de celles de leurs nappes alluviales du Quaternaire ancien. C'est donc pour ces fleuves à peu près aux mêmes roches que pour les Gaves, l'Adour et la Nive qu'il faut faire appel et peut-être aux roches volcaniques pour la Dordogne (augite).

C'est au Mésolithique [A. Fabre, 1939], après la formation des basses terrasses, que le sable des Landes est venu recouvrir toute la partie du bassin d'Aquitaine au N de l'Adour.

Le réseau hydrographique s'est, sans doute, à nouveau modifié pour arriver au stade actuel; au N, la Gironde : Garonne, Dordogne et leurs affluents; au S, l'Adour, les Gaves, la Nive avec leur embouchure à Bayonne.

C'est donc antérieurement au régime fluvial actuel, que ces alluvions anciennes et le Sable des Landes qui les recouvre sur une grande partie du bassin, se sont étalés au large de la côte actuelle. Les migrations d'W en E et d'E en W de la flexure continentale, en déplaçant la ligne de rivage, ont permis la reprise par la mer de ces différentes formations et ce sont elles qui constituent maintenant les sédiments des plages.

En résumé, au Quaternaire ancien, les fleuves, Dordogne, Garonne, Adour, Gaves, Nive, ayant des embouchures très proches les unes des autres, recouvraient de leurs alluvions la plus grande partie du bassin d'Aquitaine; et toutes ces alluvions étaient caractérisées par la même association minéralogique. Ces fleuves apportaient au rivage surtout de l'andalousite, de la tourmaline, de la staurotide et du zircon, accompagnés d'une gamme assez variée de minéraux. Puis aux stades suivants, alors que leurs embouchures s'éloignaient progressivement les unes vers le N, les autres vers le S, les fleuves apportaient un matériel beaucoup moins varié et différent de celui des alluvions précédentes : surtout amphibole, épidote, pigeonite, augite.

Le Sable des Landes, en recouvrant une grande partie du bassin d'Aquitaine, a apporté sa contribution aux sables des plages, mais son apport est difficile à délimiter, sa composition minéralogique étant très proche des alluvions du Quaternaire ancien; la contribution des nappes plus récentes est nettement moins importante.

Il est bien évident qu'on peut retrouver dans ces alluvions anciennes d'âges différents et dans le Sable des Landes, toutes les espèces minéralogiques, lourdes et légères, qui forment les sables des estrans de Pointe de Grave à Hendaye.

La plupart des minéraux lourds et le quartz se rencontrent à la fois sur toutes les plages et dans les alluvions de tous les fleuves; il paraît donc difficile à première vue de déterminer leur origine. Mais quelques espèces minéralogiques ne se trouvent pas sur toutes les plages, d'autres se rencontrent en proportions très différentes d'une région à une autre. Connaître quelles formations anciennes les ont apportées au rivage et leur répartition sur les plages, permet de rechercher à la fois l'origine des sables des estrans et quelles actions de la mer ont conduit à cette répartition.

J'ai défini dans la première partie de ce travail et indiqué dans le tableau XXII la composition minéralogique des formations anciennes susceptibles de fournir des matériaux aux plages.

Il reste donc maintenant à rechercher parmi les différentes actions de la mer, houle, courants divers, celles qui ont déterminé la répartition des sédiments sur la côte de Gascogne.

2. Agents naturels d'érosion et de transport

Le déferlement de la houle sur une côte basse, comme celle de la Pointe de Grave à Biarritz, peut entraîner des grains de sable et même des galets qui sont transportés en suspension sur la plage, alors que le flot de retour ramène les sédiments vers le large par roulement.

Lorsque les crêtes des vagues se présentent obliquement par rapport à la plage, les sédiments sont transportés suivant les orthogonales de la houle, ils cheminent ainsi en dents de scie le long du rivage.

A la tête des cañons sous-marins, comme celui du Gouf de Cap Breton, les vagues divergent, diminuant la hauteur de la vague, il se produit alors deux convergences des hautes vagues de

chaque côté. Au contraire, la réfraction des vagues par une crête sous-marine conduit à de hautes vagues sur cette crête et à de basses vagues de chaque côté. Ces hautes et basses vagues divergentes ou convergentes en certains points de la côte, suivant la topographie sous-marine, entraînent un triage des matériaux sableux.

Les différents types de courants sont des facteurs qui peuvent également transporter ou vanner les sables.

Parmi ces courants, les courants de gravité, les courants de vent par exemple, ne transportent que des particules en suspension, alors que les courants de marée, dont l'effet se fait sentir sur toute l'épaisseur de la tranche d'eau, sont capables de transporter et de disperser des sédiments sableux. Les courants côtiers sont capables eux aussi, suivant leur vitesse, de transporter des sables plus ou moins grossiers mis en mouvement par le déferlement de la houle.

Enfin, les vents sont des agents de transport permettant l'échange de sable entre la dune et la plage.

Sur la côte du golfe de Gascogne, la direction de la houle est le plus souvent WNW ou NW, elle est donc oblique par rapport à la partie rectiligne du rivage, c'est-à-dire entre la Pointe de la Négade et Cap Breton; elle s'oriente presque perpendiculairement à la côte au N de la Pointe de la Négade. A partir de Cap Breton, la côte s'infléchit doucement pour devenir, vers la Pointe St-Martin, perpendiculaire à la houle.

Un courant côtier suit la côte du N au S, alors qu'un autre de direction S-N s'établit plus au large [Bouquet de la Grye, 1902].

3. Sens de la dérive générale sur les estrans du golfe de Gascogne

Parmi les auteurs qui ont étudié les mouvements des sédiments meubles sur cette côte, les plus récents, L. Glangeaud et A. Guilcher, sont d'avis tout à fait différents. Pour L. Glangeaud [1938, 1939, 1951], « les sables progressent dans leur ensemble du S au N, tout le long de la côte des Landes, depuis Hossegor jusqu'à Pointe de Grave »; pour A. Guilcher [1950], et A. Guilcher, A. Godard et E. Visseaux [1952], « il existe une dérive littorale N-S sur la côte landaise au moins entre la Pointe de la Négade et Cap Breton ».

Ainsi qu'il a été dit (p. 83), quelques espèces minéralogiques sont caractéristiques de certaines régions de la côte. C'est donc à ces minéraux indicateurs qu'il faut faire appel pour déterminer quel a été le sens du déplacement des sables, de même d'ailleurs qu'aux galets et à la granulométrie.

Je rappelle (tabl. XXI) que l'hypersthène est présent sur les plages de Pointe de Grave à Cap Breton, l'ilménite de Pointe de Grave au Vieux-Boucau, que l'augite se rencontre sur toutes les plages, mais n'est présente dans l'association minéralogique que de Pointe de Grave à Labenne. La pigeonite au contraire apparaît sur les plages à Mimizan, et les roches vertes microscopiques au Vieux-Boucau.

Quelle est l'origine de ces minéraux indicateurs? (Tabl. XXII).

L'hypersthène se rencontre surtout dans les alluvions actuelles et la basse terrasse de la Dordogne, les alluvions de la Garonne, mais dans des proportions plus faibles; l'ilménite dans la nappe ancienne de la Garonne, la basse terrasse et les alluvions actuelles de la Dordogne et dans la nappe alluviale de la Nive de Soustons. On reconnaît la pigeonite dans la 1^{re} nappe alluviale de la Nive (Soustons, Biarritz-Bidart), dans les alluvions anciennes du Gave d'Oloron et, plus abondamment, dans la 2^e nappe et la basse terrasse de la Nive; on la trouve également dans les alluvions anciennes de la Bidassoa, dans les alluvions actuelles de la Nive et des Gaves réunis, dans le Flysch et dans les ophites.

Les roches vertes microscopiques (tabl. XXIII) se rencontrent dans les alluvions anciennes de l'Adour, dans celles du Gave de la nappe d'Ossun et de la Bidassoa, mais elles sont surtout abondantes dans les alluvions actuelles du Gave de Pau et des Gaves réunis.

En résumé, c'est dans les alluvions de la Dordogne et de la Garonne qu'il faut rechercher l'origine de l'hypersthène et de l'ilménite, alors qu'au contraire, celle de la pigeonite et des roches vertes doit être recherchée dans les alluvions du Gave d'Oloron, de la Nive, de l'Adour et du Gave de Pau.

	Sable					Galets			
	Ilménite	Roches vertes	Micaschistes	Silex	Spongiaires siliceux	Quartzite	Grès Trias	Roches granitiques	Ophite
Garonne : alluvions anciennes	X		X	X					
Gave de Lourdes : nappe de Palengat			X			X			
Nive : 1 ^{re} nappe alluviale (Soustons)	X								
— — (Biarritz-Bidart)			X				X		
Adour : nappe d'Espoey			X					X	
Gave de Lourdes : nappe d'Espoey			X					X	
— nappe d'Ossun		X	X					X	
— nappe de Montaut			X					X	
Gave d'Oloron : alluvions anciennes			X				X	X	X
Nive : 2 ^e nappe alluviale			X				X		
— basse terrasse			X				X		
Adour : basse terrasse		X	X			X	X	X	
Bidassoa : alluvions anciennes		X	X				X		
Dordogne : alluvions actuelles	X								
Garonne : — —	X								
Adour : — —			X					X	
Gave de Pau : — —		X	X					X	
Nive : — —			X						
Flysch				X	X				

TABLEAU XXIII. — Origine des galets et de quelques éléments lourds et légers caractéristiques.

Ces différentes espèces minéralogiques : hypersthène, ilménite, augite, pigeonite, roches vertes microscopiques, indiquent donc qu'il y a eu comme phénomène général, un étalement du N vers le S des sédiments sableux (fig. 17); mais cela n'exclut pas les déplacements locaux de sens inverse qui peuvent se produire; j'y reviendrai.

C'est vraisemblablement l'obliquité de la houle, WNW et NW, sur une grande partie de la côte, qui a fait progresser les sédiments du N au S; les grains de sable amenés obliquement sur la plage par l'avancée des vagues sont ramenés vers le large perpendiculairement à celle-ci par le flot de retour, puis repris obliquement par une nouvelle avancée de la vague, et ainsi de suite. On peut y ajouter aussi l'effet du courant côtier N-S, qui a repris les sédiments mis en mouvement par le déferlement des vagues. Le sens de cette dérive est d'ailleurs nettement marqué par les flèches de sable qui tendent à obstruer la rive droite des courants (petits cours d'eau

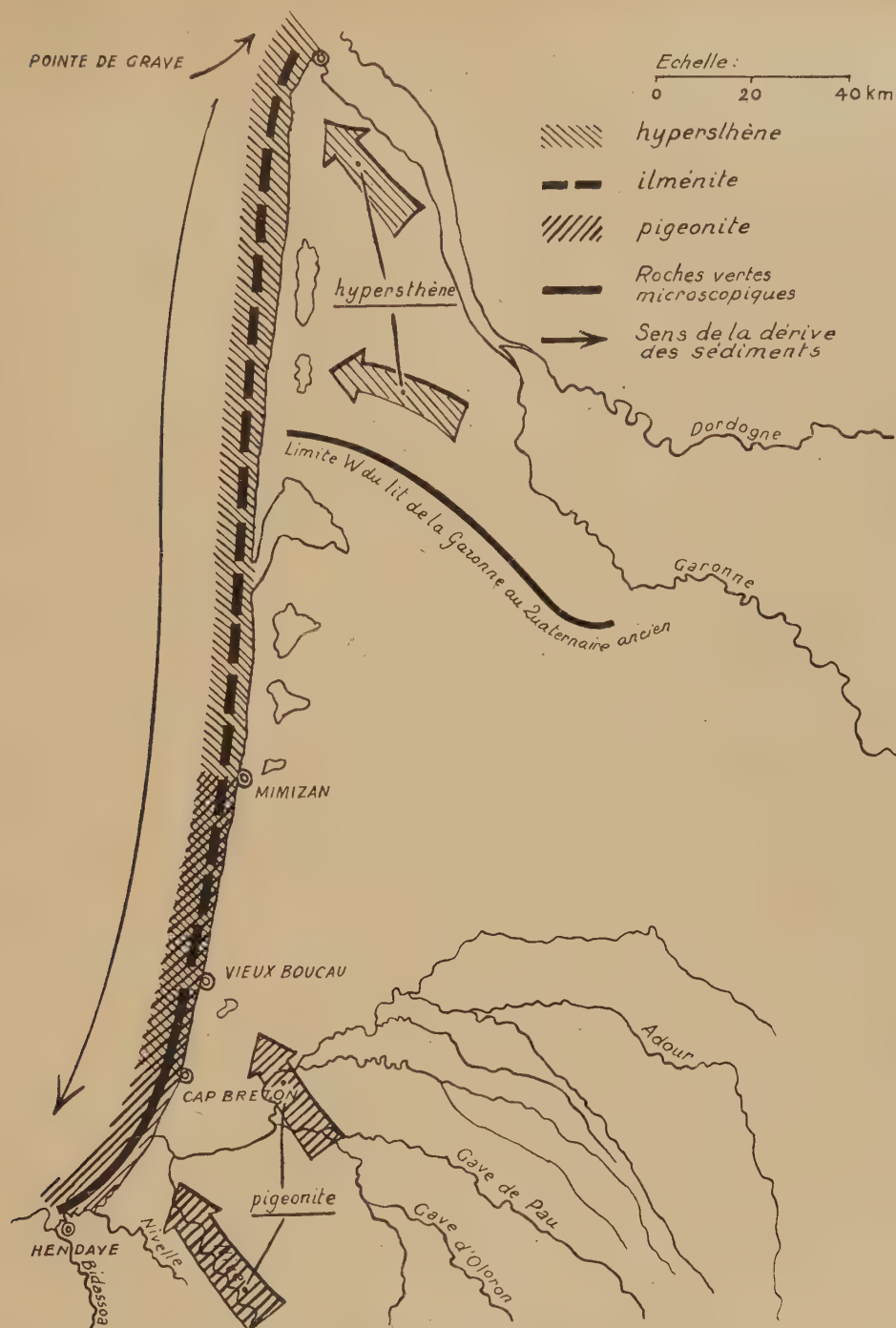


FIG. 17. — Origine et répartition des éléments lourds indicateurs.

qui font communiquer les étangs avec la mer), et qui oblige les communes de Mimizan, de Contis, du Vieux-Boucau à prendre des moyens de défense.

Le Cap Ferret est lui aussi un témoin de cette dérive, les sables se fixent actuellement sur la pointe nord des passes du bassin d'Arcachon; la dérive est ici combinée avec l'action du jusant à sa sortie du bassin, qui dépose du sable sur la rive nord et érode la partie sud.

Les baïnes¹ (crêtes et sillons pré littoraux) signalés par A. Guilcher [1950, 1952] s'orientent

1. Voir page 68.

ENE-WSW et sont une conséquence de la direction d'origine de la houle; ils sont présents sur la côte entre la Pointe de la Négade et Cap Breton, dans la partie du littoral qui se présente obliquement aux houles NW et WNW.

Les « baïnes » sont parallèles à la côte [Fabre, 1939] entre la Pointe de Grave et la Pointe de la Négade; on n'en retrouve plus au S de Cap Breton, dans la partie de la côte d'orientation différente.

Les galets rejetés sur les plages témoignent aussi en faveur de cette dérive (tabl. XXIII) : les galets de quartzite type Lannemezan apportés par la Garonne ou les Gaves de Lourdes et l'Adour, restent cantonnés entre Soulac et Mimizan; ceux de grès du Trias apportés par le Gave d'Oloron, l'Adour, la Bidassoa et plus abondamment par les nappes anciennes de la Nive, apparaissent sur les plages au Vieux-Boucau et se reconnaissent jusqu'à St-Jean-de-Luz. Les galets de roches granitiques se rencontrent dans les alluvions anciennes de l'Adour, du Gave de Lourdes et du Gave d'Oloron, on les trouve sur les plages en même temps que ceux de grès du Trias à partir du Vieux-Boucau.

Les trois paramètres (médiane, moyenne et mode) représentatifs de la granulométrie des sables, confirment l'étalement de ceux-ci du N vers le S, tout au moins sur une partie de la côte.

TRANSPORTS LOCAUX DE SENS DIFFÉRENT. Il est bien évident que la dérive générale étant N-S, il peut se produire localement des transports de sens différent.

La zone comprise entre la Pointe de Grave et la Pointe de la Négade s'infléchit vers l'E et est attaquée perpendiculairement par la houle. Il paraît bien, ainsi que l'a signalé L. Glangeaud [1938, 1939], qu'il y ait transport du S vers le N. La mer attaque la côte en certains points, St-Nicolas, Les Huttes [Bourcart, 1952] et l'action combinée de la houle et des courants transporte les sables vers le large, ils sont alors repris par la mer qui les dépose à nouveau sur la côte. Il semble bien que c'est à peu près le même stock sableux qui accomplit ce mouvement de rotation, inverse de celui des aiguilles d'une montre.

4. Variations minéralogiques de Pointe de Grave au Boucau

A) *POINTE DE GRAVE - POINTE DE LA NÉGADE*. — Nous avons vu (p. 88) que deux points de cette partie de la côte, La Claire - Les Huttes, Soulac - L'Amélie, sont différents des autres par la pétrographie et la granulométrie de leurs sédiments sableux : il y a moins d'andalousite et de tourmaline et plus de staurotide et de grenat à La Claire - Les Huttes (B 4) (tabl. XVIII), et il y a davantage d'amphibole et d'épidote à Soulac - L'Amélie, ce qui se traduit par quelques variations dans l'association minéralogique-type de cette région (tabl. XIX). Les teneurs pondérales sont, elles aussi, plus élevées en ces deux points, et les sables y sont plus fins.

Toute cette partie de la côte a été recouverte par la mer au Flandrien, puisque le cordon littoral flandrien supérieur se situe vers Montalivet [Glangeaud, 1951], mais c'est plutôt à des faits récents qu'il faut attribuer l'origine de ces variations.

Il est remarquable que les dunes (tabl. XVII), tout au moins jusqu'à Labenne, sont toujours très riches en staurotide et en grenat. Il semble bien qu'il faille penser, pour la région de La Claire - Les Huttes, à une attaque de la dune par la mer, peut-être par des tourbillons à axes verticaux [Bourcart, 1952]; ce qui enrichirait ainsi la plage en grenat et en staurotide et expliquerait aussi les teneurs pondérales plus élevées (celles des dunes sont très fortes dans cette région). On peut penser aussi que ces tourbillons à axes verticaux se déplacent, ou bien ont une action moins violente à certaines époques, car le deuxième prélèvement effectué aux Huttes (2 c) a des

pourcentages de grenat et de staurotide concordants avec ceux des autres plages, et sa teneur pondérale est plus faible.

Au deuxième point, Soulac-L'Amélie, il y a, comme à La Claire - Les Huttes, moins d'andalousite et de tourmaline, mais ici plus d'amphibole et d'épidote. Il n'est pas possible d'envisager un enrichissement des plages par les dunes, car ces dernières sont trop pauvres en amphibole et en épidote. D'autre part, il y a peu de grenat et de staurotide sur ces deux plages; il faut plutôt penser à une attaque, toujours par des tourbillons à axes verticaux, de la falaise d'alluvions anciennes, dont l'échantillon Gulp R 61 (tabl. XIII) a sensiblement les mêmes pourcentages d'amphibole et d'épidote que les plages de Soulac et de L'Amélie.

B) *POINTE DE LA NÉGADE - LE BOUCAU*. — De la Pointe de la Négade au Boucau, les deux plages du Cap Ferret et du Pilat sont différentes des autres plages, tant par leur pétrographie que par leurs teneurs pondérales. Il y a baisse des pourcentages d'andalousite et de tourmaline, et augmentation des pourcentages de grenat et de staurotide; les teneurs pondérales sont plus élevées surtout au Pilat.

Mais je ne pense pas qu'on puisse expliquer ces différences par la même action de la mer pour ces deux plages.

La plage du Pilat a presque les mêmes chiffres pour tous les minéraux que la dune côtière. Le courant de jusant à sa sortie du bassin d'Arcachon attaque la rive sud, ce qui explique l'analogie entre la dune et la plage; cette dernière est enrichie par la dune en minéraux lourds en général (teneur pondérale 15 %), et plus particulièrement en staurotide et surtout en grenat.

Au Cap Ferret, par contre, il n'y a pas d'attaque de la falaise par la mer, mais plutôt échange de matériaux entre la plage et la dune, dont la résultante paraît bien, en définitive, un entraînement par le vent des minéraux légers de la plage sur la dune, ce qui a pour conséquence d'enrichir la plage en minéraux lourds et d'appauvrir la dune (teneur pondérale de la dune : 1,28 % chiffre le plus faible de la région).

Le Gouf de Cap Breton (cañon sous-marin) se situe entre les plages d'Hossegor et de Cap Breton. Il ne semble pas que la réfraction des vagues par cette gorge sous-marine, combinée avec l'obliquité de la houle, ait produit de grandes variations dans la pétrographie de ces deux plages; elles sont marquées, pour les minéraux lourds, par un petit crochet de peu d'importance (fig. 9 A); la teneur pondérale est plus élevée à Cap Breton qu'à Hossegor; la granulométrie (médiane, moyenne, mode) est peu différente, l'écart-type indique un triage un peu moins bon à Cap Breton. Mais il est surtout remarquable que le cañon sous-marin de Cap Breton n'a pas arrêté le cheminement N-S des sédiments sableux.

A partir de Cap Breton, la côte se redresse progressivement, mais elle se présente encore légèrement oblique aux houles NW-WNW, et les sédiments continuent à cheminer du N au S sur les estrans.

Il n'en est pas de même à partir du Boucau, point où commence la deuxième unité pétrographique. La côte ne se présente plus obliquement aux houles dominantes.

Il faut donc rechercher quelle est l'origine des sédiments des plages de la côte basque, afin de déterminer le sens du transport sur cette partie de la côte. Pour cela, il est nécessaire de reprendre les divisions définies par la pétrographie des sédiments.

5. Variations minéralogiques du Boucau à Hendaye (Côte basque)

PREMIER SOUS-GROUPE. — Le premier des sous-groupes caractéristiques de la côte basque comprend les plages du Boucau, de La Barre et de Biarritz (R 1, grande plage). Les deux premières plages sont bordées par une falaise dunaire, alors qu'avec la grande plage de Biarritz

commence la côte rocheuse; l'embouchure de l'Adour se situe entre les deux plages du Boucau et de La Barre.

Je rappelle qu'au large de l'embouchure de l'Adour se forme une barre graveleuse et sableuse. La composition minéralogique lourde des sables est très proche de celle des plages de ce sous-groupe. Les graviers sont surtout quartzeux et tout à fait analogues à ceux de la première nappe alluviale de la Nive.

Le talus de la plage de La Barre est formé d'une alternance de couches de graviers et de couches sableuses. On retrouve cette même stratification sur la plage de Biarritz.

Un échantillon dragué au large de Biarritz¹ est d'une composition minéralogique très voisine de celle du sable pris à la barre de l'Adour, et également des sables des trois plages qui forment ce sous-groupe.

Ces trois plages sont caractérisées par des pourcentages élevés d'amphibole et d'épidote et une abondance de roches vertes microscopiques, dans la fraction lourde; par la présence, avec le quartz, de micaschistes dans la fraction légère des deux plages sud de l'Adour (La Barre et la grande plage de Biarritz) et l'abondance des graviers de quartz. Pour l'amphibole et l'épidote, l'origine doit être recherchée dans les alluvions de la nappe d'Espoey et des nappes plus récentes de l'Adour et du Gave de Lourdes, dans celles du Gave d'Oloron, dans les alluvions actuelles du Gave de Pau et des Gaves réunis; dans les ophites également. Les roches vertes microscopiques se rencontrent dans les alluvions de la nappe d'Ossun du Gave de Lourdes, dans les alluvions anciennes de l'Adour, dans les alluvions actuelles du Gave de Pau et des Gaves réunis. On trouve les micaschistes dans la plupart des nappes anciennes, Adour, Gaves, Nive, et dans les alluvions actuelles des mêmes fleuves. Les graviers de quartz sont tributaires de la première nappe alluviale de la Nive (nappe de Biarritz-Bidart), dont est originaire également la partie graveleuse de la barre de l'Adour. Les galets de grès du Trias viennent du bassin de la Nive, on en trouve sur les plages qui forment ce premier sous-groupe et même encore sur la Côte des Basques.

DEUXIÈME SOUS-GROUPE. — Le deuxième sous-groupe qui s'étend de la Côte des Basques à Guéthary, est déterminé par la tourmaline qui est le minéral caractéristique de l'association minéralogique de ce sous-groupe; par l'andalousite plus abondante et par des silex accompagnant le quartz.

Ce sont certainement le grès latorrien de Biarritz, d'une part, et le Flysch de Guéthary d'autre part, qui ont fourni ces proportions élevées de tourmaline (tabl. XVI). Pour l'andalousite, c'est vraisemblablement dans les alluvions anciennes de Bidart (1^{re} nappe de la Nive) qu'il faut rechercher son origine et son abondance.

Les silex de ces plages se présentent sous deux aspects différents: une variété est imprégnée de fer et se rencontre sur toutes les plages; l'autre variété, des silex gris, ne se trouve que dans la fraction grossière de la plage de Guéthary. Ces silex gris sont caractéristiques du Flysch. L'origine des silex plus fins et ferrugineux doit être recherchée dans les produits d'altération des galets de silex qui se rencontrent à la base de la série oligocène de Biarritz, et qui proviennent vraisemblablement du Crétacé [Boussac, 1911; Daguin, 1948].

TROISIÈME SOUS-GROUPE. — Le troisième sous-groupe comprend les trois prélèvements de St-Jean-de-Luz et celui de Socoa, il est défini par la pigeonite, minéral caractéristique de l'association minéralogique; pour la fraction légère, par les silex des deux variétés et les débris de Spongiaires siliceux.

1. Sable dragué à 1,5 mille au NW de l'Atalaye, prof. 25 m.

La pigeonite est abondante dans le Flysch de St-Jean-de-Luz et dans les ophites. Les silex proviennent, comme à Guéthary : du Flysch pour les silex gris, et de l'altération des galets de silex de la base de l'Oligocène de Biarritz, pour les silex ferrugineux. Les débris de Spongiaires siliceux viennent du Flysch.

La granulométrie des deux sables de la baie de St-Jean-de-Luz est très différente, le sable pris au N de la plage est très grossier et mal trié, alors que le sable pris au S de la même plage est fin et bien trié.

Cette granulométrie, si différente aux deux points de prélèvement dans la baie de St-Jean-de-Luz, semble bien la résultante d'un triage par le courant du flot; celui-ci pénètre dans la baie de chaque côté de la digue d'Artha, mais le bras de courant qui entre par la passe orientale est le plus violent, il fait ainsi le tour de la baie pour porter ensuite dans la Nivellé [Serv. hydr., 1953]. Ce tri n'influe que sur la granulométrie des sables, les teneurs pondérales sont les mêmes pour les deux prélèvements.

La plage d'Hendaye fait bien partie du sous-groupe précédent pour la fraction lourde, il y a toutefois davantage d'amphibole, d'épidote et de roches vertes microscopiques et pas d'andalousite; mais la présence des micaschistes et l'absence de silex et de débris de Spongiaires siliceux la classent dans un 4^e sous-groupe.

Les sédiments de la plage d'Hendaye s'apparentent à ceux de l'alluvion ancienne de la Bidassoa, il y a seulement davantage de pigeonite sur la plage. L'origine de cette pigeonite doit certainement être recherchée dans les ophites.

SENS DE LA DÉRIVE CÔTIÈRE ENTRE LE BOUCAU ET HENDAYE. La recherche de l'origine des sédiments des plages du Boucau à Hendaye montre *qu'il y a eu, également sur la côte basque, étalement des sables du N au S*, puisque la plupart des minéraux ont été apportés au rivage par les fleuves anciens, Adour, Gaves, Nive.

Les embouchures de l'Adour et des Gaves se situaient plus au N. La limite sud atteinte par les sédiments de la première nappe alluviale de la Nive se situe vers Bidart.

Les silex ferrugineux, provenant de l'altération des galets de la base de l'Oligocène de Biarritz, se retrouvent jusqu'à Socoa. Les graviers quartzeux de la première nappe alluviale de la Nive se reconnaissent encore sur les plages de St-Jean-de-Luz. Les galets de grès du Trias, originaires de la Nive, se rencontrent aussi jusqu'à St-Jean-de-Luz.

Cet étalement n'est pas dû à l'obliquité de la houle, il n'y a donc pas eu cheminement en dents de scie; il faut plutôt penser à la reprise par le courant côtier N-S des sédiments mis en mouvement par la houle.

Quant au sable de la plage d'Hendaye, il est surtout tributaire des alluvions anciennes de la Bidassoa.

En résumé, au Quaternaire, les fleuves venus du Massif Central et surtout des Pyrénées ont déposé leurs alluvions anciennes jusqu'à un rivage plus occidental que la côte actuelle. Les déplacements de la flexure continentale, pendant le Quaternaire, ont permis la reprise par la mer de ces sédiments; ceux-ci forment maintenant le cordon littoral qui alimente les estrans de la côte actuelle.

Les minéraux lourds indicateurs, les minéraux légers, les graviers, les galets, la granulométrie, montrent que la dérive des sables a été N-S dans son ensemble (fig. 17).

Cette dérive est due, sur une grande partie de la côte, à l'obliquité de la houle à laquelle s'ajoute l'action du courant côtier N-S.

Sur la côte basque, bien que la houle ne soit pas oblique par rapport à la côte, on observe

la même dérive N-S des sédiments; elle semble due, ici, au courant côtier N-S qui reprend les sédiments mis en mouvement par le déferlement des vagues.

Des déplacements de sens contraire se produisent entre Pointe de Grave et la Pointe de la Négade; de même que des tourbillons à axes verticaux attaquent la falaise en quelques points, enrichissant la plage soit en sable de dune, soit en alluvions anciennes.

Malgré les différences minéralogiques que peuvent présenter ces plages entre elles, cette côte est caractérisée, dans son ensemble, par son homogénéité pétrographique; les dunes, lieu d'échange constant avec les plages, mais de composition minéralogique très proche de celles-ci, ne font pas varier cette homogénéité.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRARD R. (1948) : Géologie de la France, Paris, Payot, 397 p., 34 fig.
- ALIMEN H. (1947) : Le glacière des environs de Lourdes, *C.R. Ac. Sc.* t. 224, p. 1170.
- (1948) : Les formations glaciaires et fluvio-glaciaires de la feuille de Tarbes. *Ibid.*, t. 227, p. 140.
- (1950) : Les formations glaciaires et fluvio-glaciaires de la vallée de l'Ousse (versant nord-pyrénéen), *B.S.G.F.*, (5), XX, p. 107-120.
- (1953) : Pétrographie des nappes alluviales de la Bigorre. Essai de corrélation et de chronologie. *Ibid.*, (6), III, p. 377-391.
- ARNÉ P. (1938) : La fosse ou Gouf de Cap Breton. *Bull. sect. SW Club alpin fr. et Ski-Club bordelais*, n° 24, 4^e sér., p. 106.
- AUBOUIN F. (1953) : Étude du Sable des Landes méridionales dans ses rapports avec les terrains sous-jacents. Dipl. Ét. sup. Sc. nat., Paris.
- BERGOUNIOUX F. M. et CROUZEL F. (1949) : Les faciès des Sables fauves (Vindobonien sup.) dans le bassin d'Aquitaine. *B.S.G.F.*, (5), XIX, p. 135-153.
- BERTRAND L. (1902) : Contribution à l'étude des environs de Biarritz, Bidart et Bayonne. *Ibid.*, (4), II, p. 83-97.
- (1911) : Sur la structure géologique des Pyrénées orientales et centrales. Essai d'une carte structurale des Pyrénées. *Ibid.*, (4), XI, p. 122-153.
- (1935) : Les grandes régions géologiques du sol français. Paris, Flammarion.
- BILLY G. (1954) : Étude des courbes normales de dispersion. Éléments de statistique à l'usage des naturalistes. Paris, Centre Doc. univ.
- BLAYAC J. (1914) : Feuille de Bordeaux au 320.000^e. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. 23, n° 136, p. 136-140.
- (1914) : Les Sables des Landes, dans leurs relations avec les terrasses de l'Adour. Contribution à l'étude de leur origine et de leur âge. *C.R. Ac. Sc.*, t. 158, p. 1937-1939.
- (1916) : Contribution à l'étude du sol des Landes de Gascogne. *Ann. Géogr.*, t. XXV, n° 133, p. 23-46.
- (1916) : Les Sables des Landes, *C.R. somm. S.G.F.*, p. 85-86.
- BOULE M. (1895) : Le Plateau de Lannemezan et les alluvions anciennes des hautes vallées de la Garonne et de la Neste. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VI, n° 43.
- (1904) : Sur les terrains pliocènes et quaternaires du bassin sous-pyrénéen, *B.S.G.F.*, (4), IV, p. 345-347.
- BOUQUET DE LA GRYE (1902) : Les courants du Golfe de Gascogne. *Bull. Géogr. hist. et desc.*, n° 1, p. 48.
- BOURCART J. (1938) : La marge continentale. Essai sur les régressions et transgressions marines. *B. S. G. F.* (5), VIII, p. 393-474.
- (1947) : Géographie du fond des mers, Paris, Payot.
- (1952) : Océanographie. Paris Centre Doc. univ.
- (1952) : Les frontières de l'Océan, Paris, Albin Michel.

- BOUSSAC J. (1911) : Études stratigraphiques et paléontologiques sur le Nummulitique de Biarritz, *Ann. Hébert*, t. V.
- BOYER F. (1949) : Étude des alluvions de la Garonne en amont d'Agen. *In* Sédimentation et Quaternaire, France, p. 49-62. Bordeaux, Led Sam.
- CAILLEUX A. (1942) : Les actions éoliennes péri-glaciaires en Europe. *Mém. Soc. géol. France*, nouv. série, t. XXI, n° 46.
- CAREZ L. (1903-1909) : La géologie des Pyrénées françaises. *Mém. Soc. géol. France*, Géol., 4^e série, n° 7.
— (1910) : Résumé de la Géologie des Pyrénées françaises. *B.S.G.F.*, (4), X, p. 670-681.
- CASTEX L. (1934) : Étude hydrogéologique de la région circumvoisine de Biarritz. *Soc. lin. Bordeaux*, p. 23-40.
- CAYEUX L. (1916) : Caractères morphologiques et minéralogiques des sables des Dunes de Gascogne. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 116.
— (1929) : Les roches sédimentaires de France. Roches siliceuses. *Mém. Expl. Carte géol. France*.
- CHAPUT E. (1924) : L'origine des terrasses de la Garonne, *B.S.G.F.*, (4), XXIV, p. 449-461.
— (1928) : Littoral et fleuves des régions atlantiques françaises, n° 9. Les terrasses des régions atlantiques françaises, *Congr. Géogr., Cambridge*.
- CUVILLIER J. et DUPOUY-CAMET J. (1948) : Le Pléistocène marin de Biarritz. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 83.
- DAGUIN F. (1938) : Observations stratigraphiques et tectoniques sur la feuille d'Orthez au 80 000^e. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XXXIX, n° 197, p. 224-228.
— (1939) : Observations géologiques sur la partie Nord-Est de la feuille d'Orthez au 80 000^e. *Ibid.*, t. XL, n° 199, p. 169-176.
— (1941) : Les rides et les accidents anticlinaux du Centre de l'Aquitaine occid. *Ibid.*, t. XLIII, n° 207.
— (1942) : Remarques sur la première édition de la feuille de Mont-de-Marsan au 80 000^e (n° 215) et observations récentes sur son territoire. *Ibid.*, t. XLIII, n° 209.
— (1944) : Révision de la feuille de Mont-de-Marsan au 80 000^e. *Ibid.*, t. XLV, n° 216, p. 247-254.
— (1948) : L'Aquitaine occidentale. Paris, Hermann, Actualités scientifiques et industrielles, n° 1050.
- DANGEARD L. (1925) : Documents concernant l'étude des sédiments des passes de la Gironde, *Bull. Soc. géol., minér. Bretagne*, t. IV, n° 1, p. 44-47.
— (1925) : Documents de géologie sous-marine. Golfe de Gascogne tertiaire et quaternaire. *Ibid.*, t. VI, p. 257-261.
— (1928) : Observations de géologie sous-marine et d'océanographie relative à la Manche. *Ann. Inst. océan.*, nouv. sér., t. VI, fasc. 1.
— Carte des sédiments du golfe de Gascogne. *In* Atlas de France, Paris, Comité national de Géographie, pl. 25.
- DEICHA G. (1950) : Essais par écrasement de fragments minéraux pour la mise en évidence d'inclusions de gaz sous pression. *Bull. Soc. fr. Min., Crist.*, t. LXXIII, p. 439-453.
- DELER Y. (1932) : Esquisse morphologique de la côte basque entre l'embouchure de l'Adour et celle de la Bidassoa. *Rev. Géogr. Pyrénées et Sud-Ouest*, t. III, p. 18.
- DELESSE M. (1871) : Lithologie des mers de France et des mers principales du Globe. Paris, Libr. E. Lacroix.
- DEPÉRET Ch. (1923) : Les glaciations des vallées pyrénéennes françaises et leurs relations avec les terrasses fluviales. *C.R. Ac. Sc.*, t. 176, p. 1510-1524.
- DESTOMBES J.P. (1949) : Contribution à l'étude du Trias salifère de la région nord-orientale des Pyrénées. Les sondages de Fitou (Aude). *Publ. B.R.G.G.*, n° 7.
- DOLLFUS G.F. (1912) : Recherches nouvelles sur l'Aquitainien en Aquitaine. *B.S.G.F.*, (4), XII, p. 497.
— (1915) : Étude sur la Molasse de l'Armagnac. *Ibid.*, (4), XV, p. 335-402.
- DREYFUSS (1942) : Observations sur les terrains tertiaires de la partie W de la feuille de Saint-Gaudens au 80 000^e. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XLIII, n° 211, p. 145-147.
- DOUVILLÉ (1924) : A propos du Poudingue de Palassou. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 160-162.
- DUBALEN P.E. (1911) : Aperçu géologique sur la région du Sable des Landes. *Bull. Soc. de Borda*, Dax, 36^e ann., p. 141-157.
1912) : Eaux thermales des Landes et la fosse de Cap Breton. *P.V. Soc. lin. Bordeaux*, p. 41-47.

- DUPLAIX S. (1948) : Sur la présence de l'ilménite dans les sables noirs du Pilat et du Moulleau. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 66.
- (1948) : Détermination microscopique des minéraux des sables. Paris, Librairie polytechnique Ch. Béranger.
- (1953) : Étude minéralogique des sédiments sableux des nappes alluviales anciennes du Gave de Pau et de l'Adour. *B.S.G.F.*, (6), III, p. 369-375.
- DUPOUY-CAMET J. et SCHOEFFLER J. (1947) : Age du diapirisme dans les accidents triasiques du département des Landes. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 49.
- DURÈGNE E. (1895) : Sur les dunes primaires de Gascogne. *P.V. Soc. lin. Bordeaux*, t. XLVIII, p. LXXVI.
- (1902) : Contribution à l'étude des dunes. Dunes anciennes de Gascogne. *Actes Soc. lin. Bordeaux*, t. LVII, p. 1-15.
- ENJALBERT H. (1950) : Observations morphologiques sur les Landes de Gascogne. Les gorges du Ciron et le Karst de Casteljaloux. *Revue Géogr. Pyrénées et Sud-Ouest*, t. XXI, p. 5.
- FABRE L.A. (1902) : L'Adour et le Plateau Landais. *Bull. Soc. Ramond*, 37^e ann. 2^e sér., t. VII.
- (1902 a) : L'érosion pyrénéenne et les alluvions de la Garonne. *Ann. Géogr.*, t. XI, n^o 24, p. 442.
- (1902 b) : Le courant et le littoral des Landes. *C.R. Ac. Sc.*, t. 135, p. 1134.
- (1905) : Le sol de la Gascogne, *La Géographie*, t. XI, pp. 257-284, 343-358, 413-434.
- FABRE A. (1939) : Les terrains de revêtement du Médoc, Bordeaux, E. Drouillard.
- (1940) : Bayonne des origines à 1940. *Bull. Soc. Sc., Lett. et Arts Bayonne*.
- (1944) : Observations sur les terrains tertiaires du Bas-Adour. *B.S.G.F.*, (5), XIV, p. 173-177.
- FRANCIS-BŒUF Cl. (1938) : Le problème du Plateau continental et des vallées sous-marines. *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, vol. XI, p. 254-284.
- GLANGEAUD L. (1935) : Sur les dépôts marins du Flandrien dans l'estuaire de la Gironde. *P. V. Soc. lin. Bordeaux*, p. 83-89.
- (1936) : Extension et caractères pétrographiques du Flandrien marin de l'estuaire de la Gironde. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 54.
- (1938 a) : Transport et sédimentation dans l'estuaire et à l'embouchure de la Gironde. Caractères pétrographiques des formations fluviales, saumâtres, littorales et néritiques. *B.S.G.F.*, (5), VIII, p. 599-630.
- (1938 b) : Sur une méthode d'étude des troubles en suspension dans les estuaires et dans les fleuves. *C.R. Ac. Sc.*, t. 205, p. 1667.
- (1939 a) : Rôle de la suspension tourbillonnaire et du roulement sur le fond dans la formation des sédiments actuels de l'estuaire girondin entre Bordeaux et la Pointe de Grave. *Ibid.*, t. 208, p. 595.
- (1939 b) : Origine et mode de formation des sédiments détritiques. *Rev. Sciences*, n^o 30.
- (1939 c) : Le mouvement des sédiments et la formation des bancs, seuils et mouilles dans la Garonne et l'estuaire de la Gironde. *Congr. intern. Union géod., géophys., Washington*, Potamologie, Q3, R6.
- (1941) : Corrélation statistique, classification et hiérarchie des facteurs intervenant dans la formation des sédiments. *B.S.G.F.*, (5), XI, p. 371-388.
- (1951) : Observations sur le triage granulométrique des sédiments le long des plages sableuses à marées. *In Sédimentation et Quaternaire*, p. 95-110, Bordeaux, Led-Sam.
- GLANGEAUD L. et GANDIL (1939) : Répartition granulométrique des sables éoliens et marins sur les dunes et la plage, région du Pyla (Arcachon). *C.R. Ac. Sc.*, t. 209, p. 893.
- GORCEIX Ch. (1892) : Notes sur la géologie des environs de Bayonne. *B.S.G.F.*, (3), XX, p. 337-344.
- (1922) : Sur la formation du Gouf de Cap Breton. *C.R. Ac. Sc.*, t. 194, p. 557.
- GUILCHER A. (1950) : Note préliminaire sur les crêtes et sillons pré-littoraux de la Côte des Landes de Gascogne. *Ibid.*, t. 231, p. 59.
- GUILCHER A., GODARD A. et VISSEAU E. (1952) : Les crêtes et sillons obliques de l'estran des Landes de Gascogne. *Bull. Comité centr. Océanogr. et Ét. Côtes (C.O.E.C.)*, IV^e ann., n^o 4.
- HARLÉ E. (1895) : Gisements d'origine des cailloux de l'Adour. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 194-195.
- (1910) : Restes d'*Elephas primigenius* sous le sable des Landes. *B.S.G.F.*, (4), X, p. 163-165.
- (1912 a) : Dunes parallèles au vent sur la côte de Gascogne. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 34.
- (1912 b) : Age des dunes de l'intérieur de la Gascogne. *Ibid.*, p. 120.
- (1912 c) : Étude sur les Landes de Gascogne. *B.S.G.F.*, (4), XII, p. 414-418.

HAUG E. (1927) : Traité de Géologie, Paris, Armand Colin.

JACQUOT E. (1864) : Description géologique des falaises de Biarritz, Bidart, Guéthary et Saint-Jean-de-Luz (Basses-Pyrénées). *Actes Soc. lin. Bordeaux*, t. XXV, p. 5-58.

— (1874) : Description géologique, minéralogique et agronomique du département du Gers. Paris, Impr. nat., 2 vol.

JACQUOT E. et RAULIN V. (1874-1888-1897) : Statistique géologique et agronomique du département des Landes. Mont-de-Marsan, Impr. Delaroy.

LACQIN M. (1949) : Études sur la formation du sol de la Gascogne et la restauration de la forêt landaise. Le talus pyrénéen ancien. Son remaniement par la période fluvio-glaciaire du niveau de l'Océan. Bordeaux, in-4°, 64 p., 1 carte h.-t.

LACROIX A. (1892) : Sur les relations existant entre la forme et la nature des gisements de l'andalousite de l'Ariège. *C.R. Ac. Sc.*, t. 114, p. 955.

— (1893-1913) : Minéralogie de la France. Paris, Libr. polytechnique Baudry, 5 vol.

— (1895) : Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites des Pyrénées. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VI, n° 42.

— (1898-1899) : Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact (1^{er} mémoire). *Ibid.*, t. X, n° 64, p. 1-64.

— (1900) : Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. *Ibid.*, t. XI, n° 71, p. 58-61.

— (1917 a) : Les péridotites des Pyrénées et les autres roches intrusives non feldspathiques qui les accompagnent. *C.R. Ac. Sc.*, t. 165, p. 381.

— (1917 b) : La composition et les modes d'altération des ophites des Pyrénées. *Ibid.*, t. 165, p. 293-298.

— (1920) : Les roches éruptives du Crétacé pyrénéen et la nomenclature des roches éruptives modifiées. *Ibid.*, t. 170, p. 685.

LAMARE P. (1921 a) : Sur le Massif ancien du Labourd (B.-P.). *C.R. somm. S.G.F.*, p. 122.

— (1921 b) : Sur le contact des schistes cristallins du massif du Labourd et de la série crétacée aux environs d'Hasparren (B.-P.). *Ibid.*, p. 139.

— (1922) : Les conditions de gisement des roches filoniennes intrusives du Crétacé des Pyrénées occidentales. *B.S.G.F.*, (4), XXII, p. 124-137.

— (1936) : Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne. *Mém. Soc. géol. France*, nouv. sér., t. XII, n° 27.

— (1942) : Observations géologiques dans la partie W de la feuille de Mauléon. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XLIII, n° 208.

— (1950 a) : La structure physique du Pays basque : son retentissement sur la géographie humaine et l'histoire régionales. *Eusko-Jakintza*, vol. IV, n° 1-2-3.

— (1950 b) : La structure physique du Pays basque : nature, âge et caractères des terrains constituant les Pyrénées basques (2^e art.). *Ibid.*, vol. IV, n° 4-5-6.

— (1950 c) : La structure physique du Pays basque : influence de la structure géologique sur le modelé du terrain ; traits différentiels du relief basque et du relief pyrénéen proprement dit (3^e art.). *Ibid.*, vol. IV, nos 7-8-9.

LAPADU-HARGUES P. (1942) : Sur l'étude granulométrique des Sables fauves du Béarn. *C.R. somm. S.G.F.*, p. 127.

LAPPARENT J. DE (1918) : Étude lithologique des terrains crétacés de la région d'Hendaye. *Mém. Expl. Carte géol. France*.

LE DANOIS Éd. (1922) : L'Atlantique. Histoire d'un océan. Paris, Albin Michel.

— (1936) : Rapport sur le fonctionnement de l'Office des Pêches maritimes pendant l'année 1935 (observations sur la fosse de Cap Breton). *Rev. Trav. Off. Pêches maritimes*, t. IX, fasc. 1.

LEFEBVRE (1926) : Le relief du versant septentrional des Pyrénées basques, entre les méridiens de Saint-Jean-Pied-de-Port et de Tolosa. *Ann. Géogr.*, XXXV^e ann., p. 195-198.

LESBORDES R. (1950) : L'énergie de la houle et du clapotis. *Rev. gén. Hydraulique*, n° 55.

LÉVÊQUE L. (1936) : Bordeaux et l'estuaire girondin. Bordeaux, in-4°, 186 p.

MAURY E. (1905) : Feuille d'Orthez. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XVI, n° 110, p. 132-135.

— (1906) : *Id. Ibid.*, t. XVII, n° 115, p. 117-120.

— (1908) : *Id. Ibid.*, t. XVIII, n° 119, p. 103-106.

- MARTINS Ch. et COLLOMB Éd. (1868) : Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès (H.-P.). *B.S.G.F.*, XXV, p. 141-166.
- MICHEL-LÉVY Auguste (1877) : Ophites des Pyrénées. *Ibid.*, (3), VI, p. 156.
- PALASSOU (1815) : Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents. Pau, de Vignancourt.
- (1819) : Suite des mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents. In-8°, Pau, de Vignancourt.
- (1821) : Supplément aux mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents. In-8°, Pau, de Vignancourt.
- PASSEMARD E. (1924) : Les stations paléolithiques du Pays basque et leurs relations avec les terrasses d'alluvions. Bayonne, Impr. L. Boidron.
- RÉPELIN J. (1913) : Feuille de Mont-de-Marsan au 80 000^e. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XXIII, n° 136, p. 144-147.
- (1931) : Feuille de Bayonne au 320 000^e. *Ibid.*, t. XXXIV, n° 179, p. 129-132.
- (1932) : *Id. Ibid.*, t. XXXVI, n° 187, p. 119-120.
- (1933) : Feuille de Bayonne au 320 000^e et au 80 000^e. *Ibid.*, t. XXXVIII, n° 190, p. 179-180.
- ROUVILLE A. DE (1943) : Le régime des côtes. Paris, Dunod.
- SAINT-JOURS B. (1900) : Port d'Albret (Vieux Boucau), l'Adour ancien et le littoral des Landes. Perpignan, Impr. Ch. Latrobe.
- (1933-1934) : L'embouchure primitive de l'Adour et la fixité dix fois millénaire du littoral gascon. *Les Landes*, 2, 16, 30 déc. 1933 et 3 et 10 mars 1934.
- SAVORNIN J. (1910) : Feuille d'Orthez. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XX, n° 126, p. 145-149.
- SCHNEEGANS D. (1948) : Connaissances actuelles sur la paléogéographie du Bassin d'Aquitaine. *C.R. 18^e Congr. géol. intern. Gr. Bret.*, part XIII, p. 293.
- SERVICE HYDROGRAPHIQUE DE LA MARINE : Carte marine n° 5381.
- (1953) : Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique.
- SHEPARD F.P. et INMAN D.I. (1951) : Nearshore circulation. *Proc. 1st Conf. coastal Engr.*, Long Beach (Californie), chap. 5.
- SORRE M. (1922) : Les Pyrénées. Paris, Armand Colin.
- STUART-MENTEATH (1868) : Sur les évidences d'une époque glaciaire miocène considérées spécialement dans les Pyrénées. *B.S.G.F.*, (2), XXV, p. 694-708.
- (1878) : Sur la géologie superficielle des environs de Biarritz et de Bidart. *Bull. Soc. Ramond*, t. 13.
- (1881) : Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd. *B.S.G.F.*, (3), IX, p. 304-333.
- (1896) : Sur la géologie du département des Landes. *Ibid.*, (3), XXIV, p. 301-310.
- TAILLEFER F. (1951) : Le piémont des Pyrénées françaises. Thèse. Toulouse, Edmond Privat.
- TERMIER P. (1904) : Les brèches de friction dans le granite et dans le calcaire cristallin à Moiné-Mendia près Hélette. *B.S.G.F.*, (4), IV, pp. 833 et 834.
- (1907) : Le granite de la Haya ou des Trois couronnes (Pays basque). *Ibid.*, (4), VII, p. 9-17.
- THOULET J. (1895) : Atlas lithologique et bathymétrique des côtes de France. N° 16-17-18. Paris, Aug. Challamel.
- (1896 a) : Observations océanographiques faites pendant la campagne du Caudan dans le Golfe de Gascogne en 1895. *Ann. Géogr.*, t. V, p. 329.
- (1896 b) : Océanographie (dynamique), 1^{re} partie. Paris, Libr. militaire L. Baudoin.
- VIENNOT P. (1923) : Révision des feuilles de Mauléon et de Saint-Jean-Pied-de-Port. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XXVI, n° 146, p. 185-204.
- (1927 a) : Recherches structurales dans les Pyrénées occidentales françaises. *Ibid.*, t. XXX, n° 163.
- (1927 b) : Sur la géologie des environs d'Hasparren (B.-P.). *C.R. Ac. Sc.*, t. 185, p. 564.
- (1928 a) : Les conditions de gisement de l'ophite et le problème du métamorphisme général dans la chaîne pyrénéenne. *A.F.A.S., Congr. de La Rochelle*, 52^e sess., p. 354-358.
- (1928 b) : Nouvelles observations géologiques dans le Labourd. *C.R. Ac. Sc.*, t. 187, p. 1064.
- (1930) : Sur la géologie du massif de la Rhune. *Ibid.*, t. 190, p. 312-314.

- VIENNOT P. et YANG KIEH (1928) : Observations pétrographiques dans le massif cristallin du Labourd (B.-P.). *B.S.G.F.*, (4), XXVIII, p. 369-379.
- VIGNEAUX M. (1951) : Aperçu géologique sur la région centrale des Landes de Gascogne. *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, t. 86, p. 389.
- WALTER W. (1951) : Nouvelles recherches sur l'influence des facteurs physiques sur la morphologie des sables éoliens et des dunes. *Rev. Géomorph. dyn.*, n° 6.
- WELSCH J. (1915) : Vallées pliocènes avec lignite de Bidart, Cénitz et Chabiague. *B.S.G.F.*, (4), XV, p. 403-427.
-

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION	5
Méthodes d'analyse	9
Étude minéralogique	9
Étude granulométrique	10
Morphoscopie	10
Description des minéraux lourds	10

PREMIÈRE PARTIE :

ÉTUDE DES FORMATIONS MEUBLES DE LA GASCOGNE ET DU PAYS BASQUE

CHAPITRE I. — SABLES FAUVES	13
CHAPITRE II. — ALLUVIONS ANCIENNES ET ACTUELLES	18
1. Lannemezan et alluvions anciennes des hautes vallées du Gave de Pau et de l'Adour	18
2. Alluvions anciennes de Duhort, Grenade-sur-Adour, Hagetmau, Cazalis, Amou, Meilhan	25
3. Adour. Alluvions anciennes, modernes et actuelles	34
4. Alluvions actuelles du Gave de Pau et des Gaves réunis	36
5. Alluvions anciennes de Saubusse, Saint-Etienne-d'Orthe, Peyrehorade, Oeyregave.	37
6. Alluvions anciennes du bassin de la Nive	41
7. Alluvion ancienne de la Bidassoa	51
8. Alluvions anciennes et actuelles de la Garonne	51
9. Alluvions anciennes et actuelles de la Dordogne	53
10. Alluvion ancienne de l'Isle (basse terrasse)	54
CHAPITRE III. — SABLE DES LANDES	55
CHAPITRE IV. — PÉTROGRAPHIE DE QUELQUES FORMATIONS AYANT FOURNI DES MATÉRI- RIAUX AUX PLAGES, SOIT DIRECTEMENT, SOIT PAR L'INTERMÉDIAIRE DES FORMATIONS ANCIENNES	59

